

# TRANSFERENCIA

POSGRADO, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN EL CAMPUS MONTERREY

Año 16 • Número 64 • Octubre de 2003

60 años  
de vida institucional



TECNOLOGICO  
DE MONTERREY

# EDUCACIÓN CONTINUA

Diplomados, Cursos y Seminarios  
<http://capacitacion.mty.itesm.mx>



**TECNOLOGICO  
DE MONTERREY®**

[capacitacion.mty@itesm.mx](mailto:capacitacion.mty@itesm.mx)

(01-81) 8358-20-00 ext. 6022

01800-216-78-66

## NOTAS GENERALES \_\_\_\_\_ 2

- Mensaje de los rectores
- Vicente Fox recuerda a don Eugenio Garza Sada e inaugura el CIAR
- Investigación, extensión y posgrado: Un vistazo a la trayectoria
- Obtiene director de Tecnología de Alimentos Premio Luis Elizondo
- IBM otorga premio al Tecnológico de Monterrey para investigación conjunta
- Dr. González Velarde en Who's Who in Science and Engineering
- Escuela de Medicina realiza extensión en El Salvador
- Por primera vez se realiza evento internacional en inteligencia artificial en Latinoamérica
- Se incorpora experto en diseño automotriz al CDIP
- Avanza estudio sobre prospectiva tecnológica de México
- Centro de Sistemas de Conocimiento será sede del Foro Latinoamericano de Desarrollo Basado en Conocimiento

## EN EL POSGRADO \_\_\_\_\_ 13

- Conferenciantes dan brillo al inicio de actividades de la EGAP
- *Wall Street Journal* destaca a EGADE como la mejor escuela de negocios fuera de Estados Unidos
- Inicia EGADE maestría con estancia en el extranjero para recién egresados
- Atraen fondos para colaboración internacional proyectos del Centro de Sistemas de Manufactura y la Cátedra de Investigación en Mecatrónica
- Nuevos esquemas de becas para estudiantes de posgrado del Campus Monterrey
- Nuevos coordinadores de maestrías del Campus Monterrey
- Trabajo de Tesis - Administración de Tecnologías de Información  
Inversión de capital de riesgo en empresas de base tecnológica en México

Cortos A. Góngora Coamal

## EN LA INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN \_\_\_\_\_ 21

### ADMINISTRACIÓN

- Inteligencia de negocios: Detonador de la innovación  
"Los productos y servicios de la nueva economía Valen" por lo que saben quienes los *fabrican* (bien intangible) y no solamente por el material del cual están hechos (bien tangible)."  
CENTRO DE SISTEMAS DE CONOCIMIENTO • Gilberto Olavarieta

### BIOTECNOLOGÍA

- Expansión de células madre provenientes de la médula ósea  
O uso de células madre cultivadas in vitro (en el laboratorio), donde se induce su reproducción o expansión, es la base de la terapia celular, una alternativa emergente al trasplante de órganos.  
ESCUELA DE MEDICINA • Martha Morgado y Alberto Siller

### EDUCACIÓN

- Factores críticos para la creación de telecentros que impulsen el desarrollo en comunidades rurales en México  
Siguiendo una metodología cualitativa, se usaron los instrumentos de entrevista, observación y análisis de casos documentados bibliográficamente para determinar estos factores.  
DIRECCIÓN DE MERCADOTECNIA Y COMUNICACIÓN • Agustín Mar Acorta y María del Socorro Marcos

### INGENIERÍA

- Nanotecnología. Materiales para el Nuevo Milenio  
El nuevo campo de conocimiento que enfoca las acciones al nivel de átomo y molécula promete grandes cambios en materiales industriales y procesos para *fabricar* productos en un futuro no distante.  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA • Alex Elías Zúñiga

### ÓPTICA

- Diseño y construcción de un láser adifraccional de CO<sub>2</sub>  
Se está desarrollando un sistema láser que tendrá características de propagación no disponibles en los láseres comerciales.  
CENTRO DE ÓPTICA • Rodolfo Rodríguez y Masegosa y Julio César Gutiérrez Vega

## EN BREVE \_\_\_\_\_ 31

- Inicia actividades nuevo Centro para el Aprendizaje

## PRÓXIMOSEVENTOS \_\_\_\_\_ 32

## DIRECTORIO \_\_\_\_\_ 33

# CONTENIDO



**TRANSFERENCIA**  
POSGRADO, INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN EL CAMPUS MONTERREY

**Transferencia. Posgrado, Investigación y Extensión en el Campus Monterrey** es la publicación del Campus Monterrey del Tecnológico de Monterrey que divulga las actividades de investigación, extensión y posgrado. Es editada trimestralmente por el Departamento de Difusión y Relaciones Externas, CETEC, Torre Sur Nivel IV, Teléfonos: (01-81) 8328,44.14 y 8358.14.00, Exts. 5074 y 5077. Av. Eugenio Garza Sada #2501 Sur, Monterrey, N. L., C.P. 64849. • Correo electrónico: [transferencia.mty@itesm.mx](mailto:transferencia.mty@itesm.mx) • Esta edición apareció el 9 de octubre de 2003. Su distribución es gratuita tanto en México como en el extranjero y consta de 2,650 ejemplares. \* Este número se imprimió en los talleres de Impresora Plata, S.A. de C.V. Venustiano Carranza #1 300 Nte. Col. Talleres, Monterrey, N.L., Tel. (01) 8151.11.12 • Certificados de licitud de título y contenido de la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas números 6139 y 4714, con fecha de 15 de noviembre de 1991. Reserva de derechos al uso exclusivo del título Transferencia No. 164-92 de la Dirección General de Derechos de Autor. Franqueo pagado, publicación periódica, registro número 0580692, características 220272126.

Director de la Dirección de Extensión y Vinculación del Campus Monterrey

Dr. Jaime Bonilla Ríos

Coordinadora Editorial

M.E. Susan Fortenbaugh

Diseño y Producción

M.C. Yolanda Seáñez Martínez

Colaboradores

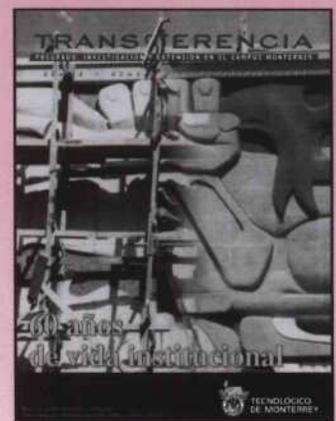
- M.E. Humberto Cantisani
- Lic. Madeline García Riojas
- M.C. Angélica Reynaga
- Hugo Adolfo Vargas

Portada

Hugo Adolfo Vargas

<http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/>

Agradecemos a la Fototeca Tec de Monterrey por facilitarnos la Colección de Fotografías Históricas del Tecnológico de Monterrey.



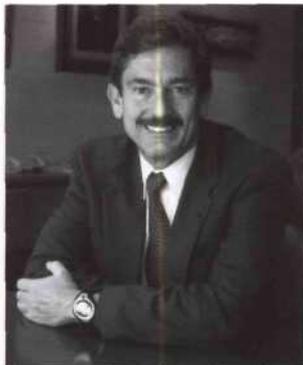
Hace 60 años, el 6 de septiembre de 1943, el Tecnológico de Monterrey se fundó en la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Aunque el mural creado por Jorge González Camarena en la fachada principal de Rectoría no fue develado hasta 1954, ha sido el símbolo visual más representativo y emotivo de la institución tanto para generaciones pasadas como actuales. Por eso, en este año de celebración y reflexión acudimos al mural para comenzar esta edición, que incluye en sus páginas mensajes de los rectores así como reportajes de eventos y actividades relacionadas con la temática que nos incumbe.

Visita *Transferencia* electrónica en:

<http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/>



## Mensaje de los rectores



**Dr. Rafael Rangel Sostmann**  
Rector del Sistema Tecnológico  
de Monterrey

Nuestra comunidad académica celebra con mucho entusiasmo el 60 Aniversario de la fundación del Instituto.

Han sido 60 años de valiosos esfuerzos no sólo para extender la labor educativa del Tecnológico de Monterrey a otras ciudades de la República e incluso a otras naciones de Latinoamérica, sino también para situar a la vanguardia sus programas académicos y, muy especialmente, para elevar la calidad de la actividad docente, a fin de formar los profesionales que impulsen el desarrollo de nuestro país.

Es justo reconocer que el Campus Monterrey, que es el campus fundador, ha ido siempre un paso adelante en la actividad académica, al grado de ser considerado en la actualidad como una universidad de investigación, gracias al impulso que le han dado a esta labor universitaria sus rectores, directivos y el personal académico involucrado en la organización y el desarrollo de los

Congresos de Investigación y Extensión. A todos ellos mi más sincera felicitación.

Los centros de investigación que hemos creado durante los últimos veinte años y las cátedras de investigación que estamos estableciendo principalmente en el Campus Monterrey y en el Consorcio de las Rectorías del Centro y de la Ciudad de México tienen como propósito apoyar la calidad de nuestros programas de posgrado y aumentar el número de profesores investigadores.

Tenemos la confianza de que con estos programas, la investigación que se lleve a cabo en el Instituto va a responder a retos muy importantes del desarrollo social, económico y tecnológico de nuestro país.



**Dr. Alberto Bustani Adem**  
Rector de la Zona Metropolitana  
de Monterrey

La celebración del 60 Aniversario de la fundación de nuestro Instituto nos ofrece la oportunidad de valorar los logros que nuestra institución educativa ha tenido en las diferentes áreas de su actividad académica,

Ha aumentado, año con año, el número de alumnos; la oferta académica es cada vez más amplia, más adecuada a las necesidades del país y a los retos a los que se van a enfrentar nuestros egresados; se han impulsado exitosos programas destinados a elevar la calidad académica; y el Tecnológico tiene ya presencia en las ciudades más importantes de México.

Sin embargo, con motivo de este aniversario hay que mencionar de una manera especial el impulso que se ha dado a la investigación y extensión, especialmente en el Campus Monterrey; actividades que son propias de una institución universitaria que ha alcanzado ya su madurez académica.

Los congresos anuales de investigación y extensión, promovidos y organizados por este Campus, las cátedras de investigación recientemente establecidas y los centros de investigación con los que contamos permiten considerarnos con toda razón, como un campus de investigación.

Son áreas de investigación los temas relacionados con la tecnología, la informática, las finanzas, el medio ambiente. Próximamente nuestra Escuela de Medicina contará también con su centro de investigación; y tenemos la confianza de que, en la medida en la que se consolide la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública, también en esta área el Tecnológico de Monterrey hará importantes aportaciones para el desarrollo político y social de nuestro país.

# Vicente Fox recuerda a don Eugenio Garza Sada e inaugura el CIAP



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY

La emoción ondeaba en el público la mañana del 5 de septiembre ante la llegada del Presidente de México, Vicente Fox, y su avance hacia el presidium instalado en la explanada del Centro Internacional de Aprendizaje Avanzado, CIAP.

Profesores, alumnos, exalumnos, directivos, consejeros y visitantes se habían reunido para presenciar el homenaje al fundador del Tecnológico de Monterrey, don Eugenio Garza Sada (1892-1973) y la inauguración de este nuevo edificio del Campus. eventos destacados del programa de festejos y actividades organizadas por ocasión del 60 aniversario de la institución.

En su discurso de homenaje, el Presidente Fox afirmó que "era indispensable recordar a don Eugenio y valorar sus aportaciones". Entre éstas, mencionó las empresas que estableció como "la materialización de su confianza en Nuevo León" y "lo más apreciado por él, el Tecnológico de Monterrey". Al tratar el tema de la educación, el Presidente de México la llamó "fórmula segura para triunfar y palanca de nuestro desarrollo".

También hablaron del fundador del Tecnológico de Monterrey otros integrantes del presidium: el Ing. Lorenzo Zambrano, presidente del consejo de Enseñanza e Investigación Superior, A.C. (EISAC); el Lic. Fernando Elizondo Barragán, gobernador del estado de Nuevo León; el Dr. Rafael Rangel Sostmann, rector del Tecnológico de Monterrey; y doña Consuelo Garza Lagüera, hija de Eugenio Garza Sada. De sus palabras, se dibuja el retrato de un hombre que empezó desde abajo en la empresa Cervecería Cuauhtémoc, a pesar de contar con título profesional de Massachusetts Institute of Technology. Un hombre que sentía amor por el trabajo y que creía que el futuro dependía de la gente preparada. Un hombre que soñó con un México próspero y justo. Un líder social de visión, dispuesto a innovar e impulsar la construcción del futuro. Un emprendedor capaz de inspirar y entusiasmar a otros a unirse a sus grandes proyectos, un hombre sencillo y humano, que llegaba al Campus sin protocolos para andar a gusto entre profesores y alumnos. Y un hombre, según doña Consuelo Garza Lagüera, que, de ver lo que el Tecnológico de



Monterrey ha llegado a ser en México y más allá de sus fronteras, levantaría los brazos ante todos los que han dado su apoyo a la institución a través de los años para decirles, gracias.

Al mencionarse los nombres de algunas de estas personas, como el rector del Instituto. Fernando García Roel (1960-1984), el público rindió un aplauso particularmente cálido y prolongado así como a don Eugenio Garza Lagüera, presidente del consejo EISAC (1973-1997). También integraron el presidium el Dr. Reyes Tamez, secretario de Educación Pública; el Dr. Alberto Bustanfi Adem, rector de la Zona Metropolitana de Monterrey; el alcalde de Monterrey, el Lic. Felipe Cantú; la señora Marta Sahagún de Fox; y la señora Verónica Ortiz de Elizondo.

Al concluir el homenaje a don Eugenio Garza Sada, se procedió a la inauguración del Centro Internacional de Aprendizaje Avanzado, CIAP, con la develación de una placa por el Presidente de México y don Eugenio Garza Lagüera,

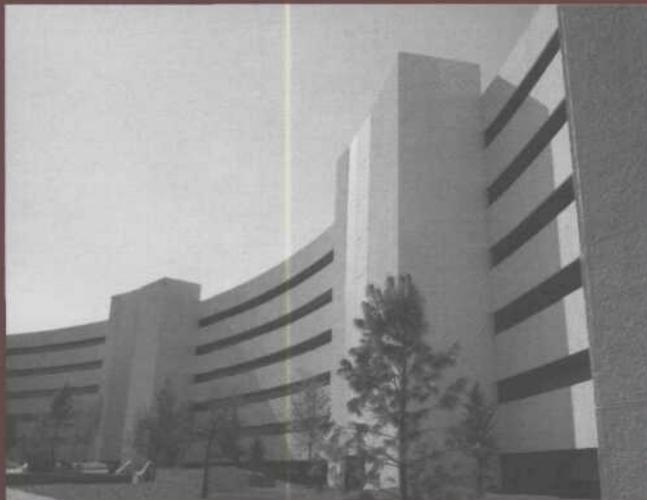


Este nuevo edificio incorpora alta tecnología de telecomunicaciones: en apoyo al modelo educativo de la institución, el cual se basa en un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno y la creación de ambientes que propician la construcción individual de conocimiento y el desarrollo de habilidades y valores.

Diseñado por el arquitecto regiomontano, Juan Carlos Pérez, el CIAP distribuye aulas, oficinas, centros de investigación y la estación de radio Frecuencia Tec en seis pisos. Cada aula cuenta con equipo para realizar videoconferencias a nivel internacional, conexiones a Internet 1 e Internet 2, equipo para proyección del contenido de material en formatos de VHS, CD-ROM y DVD a través de Infocus. Mediante la novedosa herramienta, Tablet PC, inclusive es posible proyectar y guardaren archivos computacionales hasta los trabajos realizados en los pizarrones magnetizados de la misma aula durante una clase. Mediante "webfolders" asignados a los profesores que imparten sus materias en el CIAP, los

alumnos pueden acceder estos archivos de trabajo hechos en clase así como material adicional de consulta preparado por su profesor.

Estas herramientas tecnológicas constituyen un medio de concretización de técnicas de aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje orientado a proyectos. Son estrategias pedagógicas relevantes que apoyan al profesor en su papel de diseñador, mediador y coordinador de la experiencia dentro del modelo educativo.



Los cursos impartidos en las aulas del CIAP son componentes de programas que tengan elementos internacionales, tales como cursos de otros idiomas, por ejemplo, francés o inglés, cursos de habilidades lingüísticas orales y escritas, y cursos y seminarios que contemplen la participación y el diálogo con profesores ubicados en otras universidades del mundo con las que el Tecnológico de Monterrey sostiene convenios, 60

## Investigación, extensión y posgrado: Un vistazo a la trayectoria



En el Campus Monterrey afínales de los 60 un grupo de ejecutivos participó en un curso innovador llamado "Computación electrónica en la administración moderna". Unos treinta años después, otra generación de profesionistas, desde diversos lugares de México y Latinoamérica, cursaba la Especialidad en Comercio Electrónico a través de la Universidad

Virtual. Poca distancia en el tiempo pero un salto grande en el terreno de temática, tecnología e infraestructura. El camino recorrido por el Campus Monterrey antes y después de estos dos momentos es aún más impresionante.

El continuo de 60 años del Tecnológico de Monterrey inicia con su fundación en 1943, con sede única en una casa ubicada en una zona céntrica de la ciudad de Monterrey, y sigue en 2003 en lo que hoy es el campus más grande de todo un sistema universitario de 33 recintos en México y de una Universidad Virtual con alcance nacional e internacional. A través de estos 60 años el



Campus Monterrey ha ampliado y profundizado los servicios que ofrece a la sociedad, no sólo en la formación académica de profesionistas sino también desarrollando programas de posgrado y educación continua así como actividades de investigación, desarrollo tecnológico y consultoría. Esta evolución es reflejo tanto del proceso de maduración institucional como de las necesidades y oportunidades cambiantes de la sociedad a la que sirve.

En gran parte, el Campus Monterrey, junto con el Tecnológico de Monterrey, deben lo que son hoy a la visión de un hombre, don Eugenio Garza Sada, quien junto con un grupo de líderes empresariales, se empeñó en crear una institución de educación superior excelente en la ciudad de Monterrey



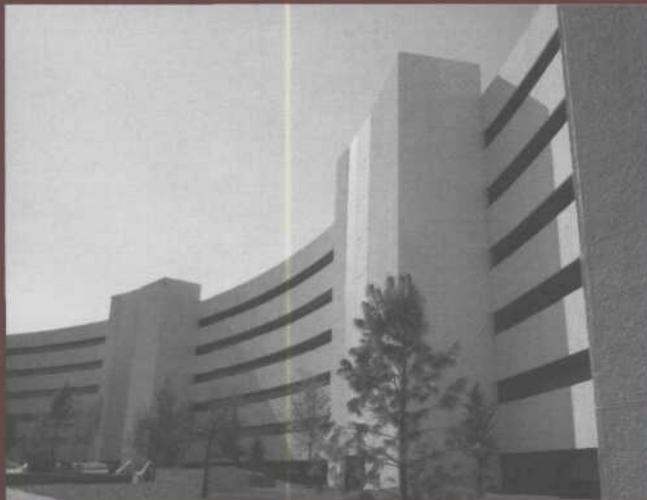
en una época de gran desarrollo industrial. A la institución se le imprimió la misma cultura de trabajo y honestidad, espíritu innovador, conciencia del mundo más allá de las fronteras nacionales y sentido de responsabilidad social que caracterizaban a sus fundadores, y casi de inmediato el Tecnológico de Monterrey obtuvo un poder de convocatoria no sólo

Este nuevo edificio incorpora alta tecnología de telecomunicaciones: en apoyo al modelo educativo de la institución, el cual se basa en un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno y la creación de ambientes que propician la construcción individual de conocimiento y el desarrollo de habilidades y valores.

Diseñado por el arquitecto regiomontano, Juan Carlos Pérez, el CIAP distribuye aulas, oficinas, centros de investigación y la estación de radio Frecuencia Tec en seis pisos. Cada aula cuenta con equipo para realizar videoconferencias a nivel internacional, conexiones a Internet 1 e Internet 2, equipo para proyección del contenido de material en formatos de VHS, CD-ROM y DVD a través de Infocus. Mediante la novedosa herramienta, Tablet PC, inclusive es posible proyectar y guardaren archivos computacionales hasta los trabajos realizados en los pizarrones magnetizados de la misma aula durante una clase. Mediante "webfolders" asignados a los profesores que imparten sus materias en el CIAP, los

alumnos pueden acceder estos archivos de trabajo hechos en clase así como material adicional de consulta preparado por su profesor.

Estas herramientas tecnológicas constituyen un medio de concretización de técnicas de aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje orientado a proyectos. Son estrategias pedagógicas relevantes que apoyan al profesor en su papel de diseñador, mediador y coordinador de la experiencia dentro del modelo educativo.



Los cursos impartidos en las aulas del CIAP son componentes de programas que tengan elementos internacionales, tales como cursos de otros idiomas, por ejemplo, francés o inglés, cursos de habilidades lingüísticas orales y escritas, y cursos y seminarios que contemplen la participación y el diálogo con profesores ubicados en otras universidades del mundo con las que el Tecnológico de Monterrey sostiene convenios, 60

## Investigación, extensión y posgrado: Un vistazo a la trayectoria



En el Campus Monterrey afínales de los 60 un grupo de ejecutivos participó en un curso innovador llamado "Computación electrónica en la administración moderna". Unos treinta años después, otra generación de profesionistas, desde diversos lugares de México y Latinoamérica, cursaba la Especialidad en Comercio Electrónico a través de la Universidad

Virtual. Poca distancia en el tiempo pero un salto grande en el terreno de temática, tecnología e infraestructura. El camino recorrido por el Campus Monterrey antes y después de estos dos momentos es aún más impresionante.

El continuo de 60 años del Tecnológico de Monterrey inicia con su fundación en 1943, con sede única en una casa ubicada en una zona céntrica de la ciudad de Monterrey, y sigue en 2003 en lo que hoy es el campus más grande de todo un sistema universitario de 33 recintos en México y de una Universidad Virtual con alcance nacional e internacional. A través de estos 60 años el



Campus Monterrey ha ampliado y profundizado los servicios que ofrece a la sociedad, no sólo en la formación académica de profesionistas sino también desarrollando programas de posgrado y educación continua así como actividades de investigación, desarrollo tecnológico y consultoría. Esta evolución es reflejo tanto del proceso de maduración institucional como de las necesidades y oportunidades cambiantes de la sociedad a la que sirve.

En gran parte, el Campus Monterrey, junto con el Tecnológico de Monterrey, deben lo que son hoy a la visión de un hombre, don Eugenio Garza Sada, quien junto con un grupo de líderes empresariales, se empeñó en crear una institución de educación superior excelente en la ciudad de Monterrey



en una época de gran desarrollo industrial. A la institución se le imprimió la misma cultura de trabajo y honestidad, espíritu innovador, conciencia del mundo más allá de las fronteras nacionales y sentido de responsabilidad social que caracterizaban a sus fundadores, y casi de inmediato el Tecnológico de Monterrey obtuvo un poder de convocatoria no sólo

para estudiantes y académicos de la ciudad de Monterrey y la región noreste sino de todo el país. Estas características se han conservado bajo el liderazgo de presidentes de Consejo subsiguientes, como don Eugenio Garza Lagüera y el Ing. Lorenzo Zambrano, los rectores del Campus. Ing. Fernando García Roel, Ing. Ramón de la Peña, y Dr. Alberto Bustani, y el rector del Sistema Tecnológico de Monterrey, Dr. Rafael Rangel Sostmann.

El México de la primera etapa del Campus Monterrey vivía tiempos de gran crecimiento comercial e industrial, de compromiso con el desarrollo del campo a través de la reforma agraria y la asesoría técnica, de expansión del sistema educativo y de efervescencia intelectual en las universidades. El Campus Monterrey de esa etapa muy pronto extendió su labor educativa a la capacitación de personas que ya habían terminado sus estudios formales porque el medio lo requería. Así, en 1947 el primer curso de extensión fue impartido por instructores del Departamento de Relaciones Industriales. Cuatro años después, se abrieron las puertas del Campo Agrícola Experimental de Apodaca, donde se impartían cursos, se daban demostraciones a agricultores y se hacían pruebas de laboratorio. También en la época de los 50 se estableció la Escuela de Estudios Contables, que daba capacitación práctica a empleados de empresa en materias de contabilidad, derecho mercantil, ventas y publicidad, entre otras.

En el ámbito académico, se empezaron a crear posgrados, entre ellos la Maestría en Ciencias con especialidad en Parasitología Agrícola (1959) la cual, junto con otra ofrecida por el Colegio de Posgrados de la Secretaría de Agricultura, fueron las primeras del país en el área de agricultura. El impulso inicial fue obra del Dr. Edwin J. Wellhausen, investigador estadounidense que laboraba en la Oficina de Estudios Especiales de la Fundación Rockefeller y que, al conocer la experiencia y trayectoria de los profesores del Campus, vio el potencial para establecer estudios a un nivel avanzado. Siguió en 1961 las Maestrías en Ingeniería Civil, Sanitaria y Eléctrica, en respuesta a las inquietudes de profesores recién egresados de posgrados en el extranjero; en 1963, la Maestría en Química Orgánica y en 1964, con apoyo de la Fundación Ford, la Maestría en Administración. Los primeros Doctorados, en Química y Agricultura, comenzaron a impartirse pocos años después.

Por otra parte, los servicios de investigación y consultoría dieron inicio a través del Instituto de Investigaciones Industriales y el Departamento de Seguridad Industrial, cuyo propósito era apoyar las necesidades de la industria. Además, en algunos departamentos académicos, como los de Química, Agricultura e Ingeniería,

profesores con inquietudes por la investigación impulsaban la actividad en sus áreas de especialidad, siempre ante la limitante de recursos, dado que en el país no se había desarrollado una cultura de apoyo económico a la investigación, y los fondos que había, casi exclusivamente gubernamentales, se destinaban a instituciones públicas,

A finales de los años 60 y hasta mediados de los 80, la institución vivió una época de expansión: geográfica, con la creación de campus fuera de Monterrey, el primero ubicado en Guaymas; y académica, en términos del desarrollo de nuevos programas educativos y actividades de investigación y consultoría. La educación continúa, en respuesta a la misma evolución de la industria y los negocios, ahora cambió de enfoque hacia profesionistas y ejecutivos de niveles gerenciales que necesitaban actualizar o profundizar sus habilidades y conocimientos. En el campo de la administración de empresas, se creó una nueva modalidad, el diplomado, impartido en una serie de módulos durante vanos meses con una duración total de unas 90 horas o más. Los posgrados en áreas como agricultura, ciencias e ingeniería del Campus se diversificaron. En ingeniería, un tema de mucho interés era la potencia y un profesor, el Dr. José Ángel Manrique, logró establecer, con apoyo de las Naciones Unidas, el primer centro de investigación en el Campus, el de Energía Solar en 1976.

En esa misma década una nueva área de conocimiento, la informática, fue incorporada a la oferta de posgrado del Campus, a través de la Maestría en Sistemas de Información (1976). Las nuevas tecnologías computacionales, incorporadas tanto al currículo como a actividades administrativas del Campus, crearon nuevas demandas que brindaron oportunidades a profesores y estudiantes del área para incursionar en proyectos de desarrollo tecnológico e investigación aplicada. Para realizarlos, buscaron hacer sinergia con grandes empresas como IBM y Honeywell en los 70 y después, en los 80, también con Apple Computer. Fue una etapa de actividad embrionaria en los campos de

hardware y software que cristalizaría en varios centros de investigación unos años después. A principios de la siguiente década, en 1983, otra innovación en los programas de posgrado se dio en el campo de la medicina donde la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey empezó a ofrecer residencias médicas en diversas especialidades.

1985 fue coyuntural para el Tecnológico de Monterrey, con



el nombramiento de un nuevo rector, el Dr. Rafael Rangel Sostmann, y la estructuración de los 25 campus existentes en un sistema administrativo de rectorías que correspondía al crecimiento geográfico de la institución; y en el Campus Monterrey, que también contaba con nuevo rector, el Ing. Ramón de la Peña, quien adoptó la estrategia de dar mayor impulso a la investigación y el posgrado, para iniciar el proceso de convertir la institución de una universidad docente a una universidad de docencia e investigación. Con este fin, se estableció la División de Graduados e Investigación, bajo la dirección del Dr. Fernando J. Jaimes, antes director de Informática.

Durante los siguientes años el Campus fue escenario de una labor intensa para darle a la investigación y al posgrado la infraestructura humana, física y administrativa que requería para su desarrollo. Por consiguiente, se contrataron a más profesores con doctorado y se les brindó apoyo a otros para que realizaran programas doctorales. Aumentar significativamente las inscripciones en los programas de posgrado, en beneficio del estudio y las actividades de investigación asociadas, fue otra meta que se logró cumplir en parte debido a la creación de asistencias de investigación, becas y préstamos que permitieran cursar los posgrados a personas con capacidad intelectual y motivación para el estudio avanzado, pero con necesidad de apoyo económico para hacerlo. Espacios y equipamiento adecuados para las actividades de investigación y posgrado se proporcionaron con la construcción de dos edificios, el Centro de Tecnología Avanzada para la Producción y el Centro para el Desarrollo Sostenible, que alojaron a los nuevos centros de Manufactura, Calidad, Electrónica y Telecomunicaciones. Informática e Inteligencia Artificial. A estos centros iniciales, de acuerdo con las necesidades del medio y la orientación disciplinar de los profesores, se fueron agregando otros, enfocados a calidad ambiental, agua, energía, biotecnología, estudios estratégicos, óptica, sistemas de conocimiento, diseño y construcción, diseño e innovación de productos, y derecho comercial internacional, para nombrar algunos. También se llegó a construir un edificio para la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, EGADE, que a partir de los 90 había ampliado su programa para incluir primero el Doctorado en Administración y, posteriormente, diversas maestrías en áreas más especializadas así como grados de doble titulación con universidades en Estados Unidos y Europa. Doctorados en Informática, Inteligencia Artificial e Ingeniería Industrial también datan de este período.

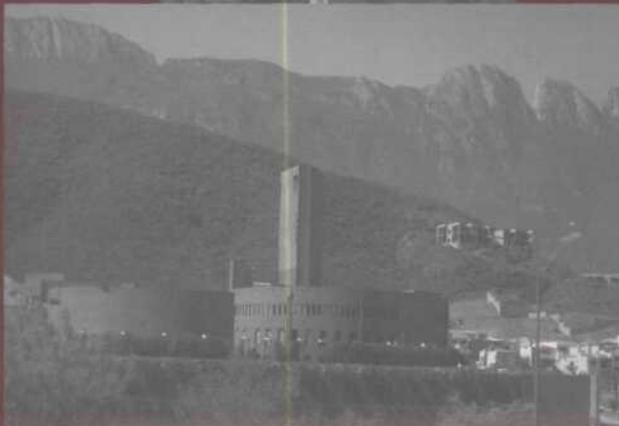
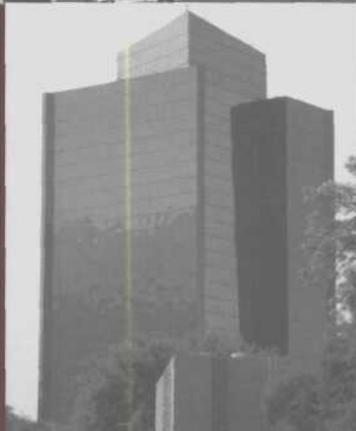
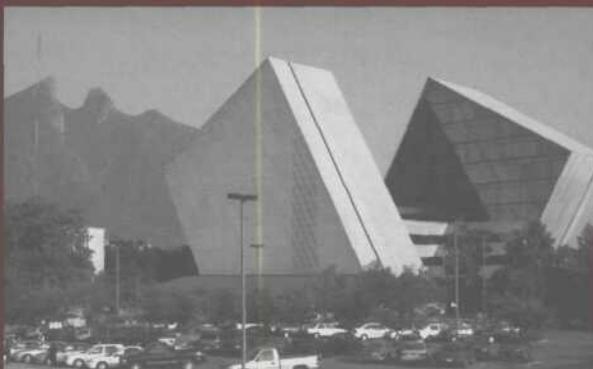
En los últimos años la capacidad de cambio e innovación del Tecnológico de Monterrey ha seguido manifiesta en el Campus Monterrey. Para profundizar las actividades de investigación, por ejemplo, en 2001 el nuevo rector, Dr. Alberto Bustani Adem, adoptó la estrategia de cátedras de investigación, las cuales reúnen un profesor principal, varios profesores adscritos y estudiantes posdoctorales, doctorales, de maestría y de profesional para desarrollar una línea de investigación durante un período de tres años, con posibilidad de extenderlo a cinco. Las 25 cátedras creadas en áreas como ingeniería, tecnologías de información, economía y desarrollo regional, administración y negocios, medio ambiente, mecatrónica, y biotecnología y biomedicina reciben fondos del Campus Monterrey, los cuales deben ser complementados por fondos externos.

En el posgrado, un mayor enfoque del Campus hacia las humanidades se refleja en un nuevo programa a nivel doctoral y de maestría en este campo de conocimiento. Así mismo, en reconocimiento al papel cada vez más importante que egresados de la institución han venido ocupando en gobernaturas, presidencias

municipales y puestos de liderazgo en el sector público, este año se estableció la Escuela de Administración Pública y Política Pública, EGAP, en el Campus Monterrey y el Campus Estado de México. En la EGAP, que ofrece cinco maestrías, también se desarrollan actividades de educación continua, consultoría e investigación.

Transferir conocimiento y habilidades, no sólo a estudiantes universitarios sino a profesionistas, ejecutivos y directivos de los sectores privado, público y social también, a través de la consultoría, seminarios, cursos y diplomados, ha cobrado mayor relieve para el Campus Monterrey a medida que individuos, empresas y organizaciones reconocen el valor estratégico de promover recursos humanos capaces en un mundo de cambios rápidos e intensa competitividad. Por eso, estos servicios se ofrecen actualmente en todas las grandes áreas disciplinares del Campus, con incremento continuo en el número de proyectos.

En la larga historia de la universidad como institución social, 60 años es un instante. Aunque desde esta perspectiva el Tecnológico de Monterrey es joven, su evolución ha sido rápida, muy átono con el ritmo acelerado de cambio que ha sido característico del siglo que lo vio nacer. Con la visión de fundadores y directivos se ha fijado el rumbo; con la pasión y compromiso de la comunidad académica así como con el apoyo de la sociedad se ha transitado el camino, **60**



# Obtiene director de Tecnología de Alimentos Premio Luis Elizondo

El Dr. Sergio Othón Serna Saldívar obtuvo el Premio Luis Elizondo en la categoría científica por destacada trayectoria en investigación en la temática, Industrias Agropecuarias y Tecnología de Alimentos. Este Premio consistió en \$ 150,000 en efectivo, medalla de oro y diploma.

El Premio Luis Elizondo se entrega en forma anual en dos categorías, humanitario y científico-tecnológico. La distinción obtenida por el Dr. Serna recompensa y honra a las personas físicas mexicanas que hayan contribuido a elevar el nivel científico y tecnológico en México, mediante investigaciones, trabajos científicos, nuevos sistemas, descubrimientos o avances que representen progreso en la ciencia o en la técnica en el área de industrias agropecuarias y tecnología de alimentos.

El Dr. Serna comentó: "Para mí, este premio ha sido el mayor reconocimiento que he recibido en mi vida profesional de casi 20 años. Siento un orgullo especial porque desde mi incorporación al Tecnológico de Monterrey en 1982, siguiendo el esquema institucional, he dedicado el 50 por ciento de mi tiempo a la impartición de clases así como a la dirección del Departamento de Tecnología de Alimentos, y el Premio Luis Elizondo es otorgado únicamente por trayectoria en investigación. Este premio es una recompensa por el tiempo extra que le he invertido a la investigación y me da gusto recibirlo en competencia con otros distinguidos investigadores en el ámbito nacional que dedican el 100 por ciento de su tiempo a la investigación".

Desde 1994 el Dr. Serna se desempeña como director del Departamento de Tecnología de Alimentos del Tecnológico de Monterrey y forma parte de los siguientes organismos: Sistema Nacional de Investigadores; Academia Mexicana de Ciencias; Academia Nacional de Ciencias Agrícolas de México, A.C.; American Association of Cereal Chemists; e Institute of Food Technologists.

El Dr. Serna, originario de Monterrey, Nuevo León, estudió la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en el Tecnológico de Monterrey. Obtuvo los grados de Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos de Texas A&M University.

La labor del Dr. Serna ha sido reconocida por el Sistema Nacional de Investigadores desde 1985, en el que ha logrado avanzar a la categoría de Investigador Nacional Nivel II. En 1998 obtuvo el Premio Rómulo Garza por investigación y publicación de libros. Entre sus publicaciones están: *Manufactura y control de calidad de productos basados en cereales*, AGT Editor. México, D.F.; *Los alimentos mágicos de las culturas indígenas de México. El caso de la tortilla*. México; *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. AGT Editor. México, D.F..

El Dr. Serna es autor de 17 capítulos de libros internacionales, de diversos artículos en enciclopedias y de más de 50 artículos científicos arbitrados, publicados en revistas o editoriales de reconocido prestigio. Ha presentado más de 100 trabajos de investigación y conferencias en foros de Estados Unidos, Canadá, América Latina y Europa y es editor asociado de la revista científica, *Cereal Chemistry*.

Como docente, el Dr. Sergio Serna ha contribuido en la dirección de trabajos de investigación en el anterior programa de Maestría en Ingeniería de Alimentos y en el actual programa de Maestría en Biotecnología del Tecnológico de Monterrey. Por su desempeño, ha sido distinguido con el Premio a la Labor Docente e Investigación de esta misma institución en 1993, 1996, 1999 y 2002.

Además de publicaciones, el investigador ha contribuido al desarrollo de las industrias de alimentos mediante la realización de trabajos de investigación prácticos y la creación y la dirección de laboratorios de servicio de análisis y microbiología de alimentos. Fue consultor del gobierno brasileño en EMBRAPA, su principal centro de investigación. Allí dirigió el desarrollo de alimentos altamente nutritivos y de bajo costo, usando procesos de extrusión termoplástica.

El Dr. Sergio Serna dirige actualmente la Cátedra de Investigación, "Desarrollo de Procesos Biotecnológicos para la Obtención de Aditivos Alimentarios Naturales para Aplicaciones en la Prevención y Tratamiento de Enfermedades". Esta cátedra se realiza con la intención de implementar y consolidar una unidad interdisciplinaria (División de Ingeniería y Arquitectura-División de Ciencias de la Salud) para el desarrollo de procesos biotecnológicos alternativos para la producción de aditivos funcionales tales como la identificación de compuestos con potencial para ser utilizados en la prevención y tratamiento de las principales enfermedades que bajan la expectativa y calidad de vida, como el diabetes, la hipertensión, los cánceres hormono-dependientes e independientes, entre otros.

Como recomendación a los investigadores, el ganador del Premio Luis Elizondo expresó que la clave para ser un buen investigador es "tener el compromiso fundamental de investigar y que esto sea su prioridad. En mi opinión, la fórmula del éxito para distinguirse en investigación aquí en México es crear una infraestructura básica para poder realizar investigación de punta para posteriormente pasar a lo más importante, que es reclutar a los recursos humanos más apropiados y motivados, tener un contacto directo con ellos, porque es un gran error dejarlos a la deriva."

El Dr. Serna dijo que es muy importante hacer proyectos colaborativos con otros investigadores en el ámbito local, nacional e internacional. Agregó que es crítico saber planear bien los experimentos para tener la seguridad de que lo que se está investigando es innovativo, con potencial de aplicación y factible de publicarse en revistas científicas arbitradas de alto impacto. "Un buen investigador debe mantenerse al día en su campo de investigación y desarrollar bien sus habilidades de relaciones personales ya que interactúa vertical y horizontalmente con muchas personas." 



# IBM otorga premio al Tecnológico de Monterrey para investigación conjunta

La fase e-Ingeniería del proyecto PyME CREATIVA (Creación de Tecnología de Información para Redes Industriales de Valor Agregado) del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura (CSIM), en asociación con la Cátedra de Mecatrónica del Campus Monterrey, recibió el Premio IBM Shared University Research (SUR), con base en un proceso competitivo entre las más prestigiadas universidades alrededor del mundo. Este Premio se asigna a 50 proyectos al año aproximadamente.

El Premio otorga equipo computacional a los ganadores con el objeto de promover las investigaciones en áreas de interés en común, como es el caso de la fase de ingeniería para apoyar la administración del ciclo de vida del producto, en la cual se aplican conceptos de negocios electrónicos sobre demanda (*e-business on demand*). "La contribución de IBM será importante en nuestros esfuerzos de colaboración con los trabajos de investigación del Tecnológico [...] Estaremos abiertos a discutir dónde se puede enfocar el trabajo adicional que pueda ser de mutuo beneficio," señaló Lorenzo Valle Gracilazo, ejecutivo de IBM México Sector Público.

Con la obtención del Premio de IBM SUR se confirma y respalda la trascendencia del proyecto; su impacto se extiende tanto a quienes están participando en la parte de investigación como a las empresas involucradas, ya que permitirá involucrar a alumnos de diferentes grados académicos, fortalecer las relaciones IBM-CSIM-Cátedra de Investigación para desarrollar tecnologías de información claves, hacer investigación aplicada, y contribuir a reforzar los lazos entre la industria y la educación para mejorar la capacitación de la fuerza de trabajo y el crecimiento de las naciones.

"Nos complace haber sido elegidos, esperábamos impulsar la Cátedra de Mecatrónica y al ganar, logramos uno de los objetivos, que es obtener fondos recurrentes por parte de organizaciones que brindan su apoyo a la investigación. IBM ha mostrado un gran interés y hay grandes oportunidades para extender nuestra colaboración y aprendizaje", señaló el Dr. Arturo Molina, profesor principal de la Cátedra de Mecatrónica. Además, el Dr. Molina destacó que el proyecto contribuye a uno de los fundamentos de la Cátedra, que es promover el desarrollo de máquinas y herramientas para apoyar a las compañías en dicha industria.

Coordinado por el Dr. Molina, el proyecto será desarrollado por investigadores y alumnos de licenciatura con especialidad en Manufactura Electrónica y Mecatrónica, Maestría en Sistemas de Manufactura e Ingeniería

Industrial, Doctorado en Ingeniería y Programas Industriales de Ingeniería de Manufactura que ofrece el Campus Monterrey.

El proyecto completo se implementará en alrededor de tres años y comprende diseñar, desarrollar e implementar cinco servicios electrónicos: e-Mercadeo (*e-Marketing*); e-Negociación (*e-Brokerage*); e-Ingeniería (*e-Engineering*), la ganadora del Premio; e-Suministro (*e-Supply*); y e-Productividad (*e-Productivity*). A través de éstos, se busca explotar al máximo el concepto de empresa virtual para mejorar la posición competitiva de las pequeñas y medianas empresas en los países latinoamericanos; adicionalmente, se creará un centro de atención para las empresas para brindarles una solución adecuada a sus necesidades.

En la fase de e-Ingeniería se diseñará, modelará e implementará un ambiente de ingeniería global colaborativo para el desarrollo integrado del producto. El ambiente se constituirá por aplicaciones en línea que apoyarán las labores de ingeniería durante el ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su uso. Algunas de las herramientas que se integrarán son CAD/CAM/CAE para apoyar actividades específicas de diseño; y software para coordinar las labores de los ingenieros de diseño y manufactura, modelos de proceso, flujo de trabajo y administración de proyectos. Además, para fomentar la comunicación entre los participantes, se emplearán reuniones virtuales, foros, chats, *multicasting*, correo electrónico y aplicaciones con espacios de colaboración; para la administración de la información y el conocimiento, se desarrollarán modelos de producto y su manufactura.

La muestra de la investigación comprenderá pequeñas y medianas empresas en el sector de la manufactura; la distribución del proyecto piloto será del siguiente número de empresas: 20 en México, cinco en el Salvador, cinco en Costa Rica, 10 en Colombia y 10 en Argentina.

El ambiente global de colaboración para el desarrollo del producto estará respaldado en la implementación del software *Product Lifecycle Management* (PLM) creado por IBM, que incluye aplicaciones como CATIA, ENOVIA, SMARTEAM y Web-Sphere@ *Business Integration Modeler*, los cuales, junto con otras aplicaciones existentes en el Tecnológico de Monterrey, apoyarán a los ingenieros a través del ciclo de vida del producto. El escenario para probar este ambiente será el diseño, la integración y la fabricación de máquinas y sistemas de manufactura para sectores claves en estas regiones como son las industrias manufacturera, automotriz, aeroespacial y electrónica. 

## Proyecto PyMES CREATIVA

### Actividades

1. Crear Clusters Virtuales Industriales en México, El Salvador, Costa Rica, Colombia y Argentina.
2. Identificar los requisitos para el funcionamiento de los servicios electrónicos (*e-Marketing*, *e-Brokerage*, *e-Engineering* *e-Supply*, y *e-Productivity*).
3. Diseñar los modelos de referencia de los servicios electrónicos, arquitectura del sistema e infraestructura de la tecnología.
4. Diseñar e implementar los servicios electrónicos.
5. Probar los servicios electrónicos en el escenario de las pequeñas y medianas empresas.
6. Evaluar el impacto de los servicios electrónicos.
1. Hacer la transferencia a nuevas regiones de Latinoamérica.

## Dr. González Velarde en Who's Who in Science and Engineering

El Dr. José Luis González Velarde será incluido en la séptima edición de Who's Who in Science and Engineering 2003-2004, uno de los directorios biográficos de personas destacadas en diversas áreas que edita Marquis Who's Who. Esta empresa ha publicado el original Who's Who in America desde 1898 y en el transcurso de los años ha creado directorios adicionales, algunos de alcance internacional y enfocados a campos profesionales como la industria y finanzas; la medicina y los servicios de salud; y la ciencia e ingeniería.

El Dr. González Velarde ingresó al Campus Monterrey como profesor investigador del Centro de Sistemas Integrados de Manufactura en 1990, año en que recibió el Doctorado con especialización en Investigación de Operaciones de la Universidad de Texas en Austin. Anteriormente había obtenido la Licenciatura en Matemáticas del Campus Monterrey (1971) y la Maestría en Investigación de Operaciones de la Universidad de California en Berkeley (1978).

El Dr. González Velarde se ha desempeñado tanto en docencia como en investigación, principalmente en las áreas de ingeniería industrial, computación y matemáticas. Es coordinador del área de Ingeniería Industrial en el Doctorado en Ciencias de Ingeniería. De los muchos proyectos que ha coordinado, destaca el desarrollo de la arquitectura de planeación para DeAcero, empresa importante de la industria siderúrgica nacional. En dos ocasiones, trabajos del Dr. González Velarde han merecido el Premio Rómulo Garza por Investigación y Desarrollo Tecnológico, primer lugar en 1993 por "Búsqueda Tabú para el Problema de Asignación Generalizada" y tercer lugar en 2001 por "El Problema de Abastecimiento Internacional con Capacidad Finita: Un Enfoque Robusto".

Desde agosto del año en curso es profesor principal de la Cátedra de Investigación en Ingeniería Industrial, encabezando un equipo de tres profesores y estudiantes de doctorado y maestría que enfocará la ingeniería de integración de empresas para desarrollar empresas extendidas capaces de lograr la personalización masiva de productos. (Vea *Transferencia* No. 62, abril de 2003.)

Entre las publicaciones del Dr. González Velarde se tienen los libros, *Optimización heurística y redes neurona/es* (autor) y *Computing tools for modeling, optimization and simulation* (editor), y artículos en diversas revistas internacionales especializadas.

## Escuela de Medicina realiza extensión en El Salvador

Este verano se realizó un programa de educación continua en la técnica podagógica, PBL (siglas en inglés de Aprendizaje Basado en Problemas) con profesores del área médica en la Universidad Matías Romero de El Salvador. El curso fue diseñado y desarrollado por la Dra. Guadalupe Piña, profesora del Departamento de Ciencias Clínicas de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey. Para los 27 participantes en el curso, profesores médicos de áreas de ciencias básicas, ciencias médicas así como directivos de la Universidad Matías Romero, fue una experiencia intensiva, con duración de 120 horas distribuidas en tres semanas consecutivas de aprendizaje. La Universidad Matías Romero es la institución de educación superior más grande de El Salvador y tiene mucha representatividad entre universidades públicas y privadas de ese país.

Los participantes trabajaron sobre proyectos docentes que ya estaban desarrollando, dentro de la reestructuración curricular que se había iniciado en la escuela. Al final del proceso de capacitación los profesores habían reformulado los cursos que impartirán incorporando los conceptos y las prácticas que conforman la técnica de PBL. De la capacitación derivaron también proyectos nuevos a los cuales la Dra. Piña ha dado seguimiento desde Monterrey. Además, se planea realizar reuniones intermedias para continuar con el proceso de consultoría en forma más directa.

El PBL, que tuvo inicios en la Escuela de Medicina de McMaster's University de Canadá, se empezó a utilizar en la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey hace 13 años. Es un ambiente educativo en el que un problema impulsa el aprendizaje; antes de que el estudiante aprenda conocimientos nuevos, se le da un problema planteado de tal manera que descubre que necesita aprender los conocimientos para poder resolver el problema. Plantear un problema por resolver como punto de partida motiva a los estudiantes y establece un contexto de aprendizaje que facilita la retención del conocimiento adquirido para referencias posteriores. Los problemas que se asignan no son fabricaciones de libro de texto, con información completa y una sola respuesta correcta, sino casos donde los datos son parciales y no del todo claros, de manera similar a las situaciones que enfrenta un profesional en el ejercicio cotidiano de sus funciones.

En el campo de la educación médica, el PBL se trata de la aplicación del conocimiento sobre el problema real del paciente o de salud en cuestión. Es una manera integral de ver al caso, la cual se aplica tanto en las materias del aula como en la participación clínica de los estudiantes. Al impartir una materia en el área de salud pública, por ejemplo, un profesor, en vez de transmitir en forma tradicional conceptos y datos a estudiantes receptores pasivos, podría asignarles el desarrollo de un protocolo de investigación con el fin de generar un producto final con los componentes de análisis sobre un tema de interés que se podía presentar ante autoridades sanitarias. Si el tema fuera, digamos, el SIDA, después de recibir del profesor el esquema de una estructura formal en que trabajar, los alumnos partirían de cuestionamientos que responderían a este objetivo; e.g.; ¿qué tan efectivos son los programas de prevención que existen en este momento respecto al SIDA? o ¿qué impacto tiene la comunicación en el público? Primero estudiarían en qué consiste la patología e investigarían cómo se vigila en el país y cuál es la incidencia. Detallarían en aspectos como los programas e instrumentos que existen, las entidades responsables de administrarlos, los medios para comunicar información, etc. Con base en estas averiguaciones, los estudiantes desarrollarían el protocolo de investigación, un producto palpable, que puede ser publicado. De hecho, en la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey algunos de estos protocolos han llegado a publicarse. 

# Por primera vez se realiza evento internacional en inteligencia artificial en Latinoamérica



El evento, International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-03, fue celebrado en su décima-octava edición por primera ocasión en un país de América Latina, México, del 9 al 15 de agosto pasado en la ciudad de Acapulco, Guerrero. Celebrada cada dos años desde 1969, hasta ahora este congreso que reúne expertos y especialistas en el campo de la inteligencia artificial se había realizado en ciudades de Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia.

México se convirtió en sede del evento al contar con el apoyo de dos rectorías del Tecnológico de Monterrey: la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de Monterrey. Del Campus Monterrey, la Dirección de Investigación y Posgrado participó como copatrocinador e integrante del comité organizador del evento, que fue patrocinado por International Joint Conference on Artificial Intelligence, Mexican Society for Artificial Intelligence y American Association for Artificial Intelligence, y organizado en cooperación con las comunidades de inteligencia artificial de Argentina, Brasil, Chile y Venezuela.

El evento reunió a cerca de un mil 700 asistentes de los ámbitos académico, científico y tecnológico, principalmente; cerca del 90 por ciento eran extranjeros. La Conferencia de este año les ofreció un programa muy completo: conferencias dictadas por 13 oradores invitados, 189 presentaciones de ponencias, 93 presentaciones en póster, además de tutoriales y mesas de trabajo.

Los conferenciantes invitados reflejaron la diversidad de temas dentro de la disciplina. Takeo Kanade de Carnegie Mellon University en Estados Unidos impartió la conferencia, "Computer Vision: AI or Non-AI Problem", mientras que Mehram Sahani de Google, Inc. y Stanford University presentó, "The Past, Present and Future of Web Information Retrieval", y Craig Knoblock de University of Southern California, "Developing Information Agents on the Web". De Hong Kong Baptist University y Web Intelligence Consortium, Jiming Liu expuso sobre "Web Intelligence (WI): A New Paradigm for Developing the Wisdom Web and Social Network Intelligence", y Hannes Werthner de eCommerce and Tourism Research Lab (eCTRL) ITC-irst y la Universidad de Trento, Italia, acerca de "Intelligence Systems in Travel and Tourism".

Las mesas de trabajo fueron organizadas en ocho áreas temáticas: sistemas orientados a agentes; aplicaciones de inteligencia artificial; restricciones; creatividad e interacción; representación del conocimiento y razonamiento; aprendizaje de máquinas y minería de datos; multidisciplinariedad; y relación con el web.

Los tutoriales fueron impartidos por expertos investigadores y desarrolladores de la inteligencia artificial en temas y casos muy específicos: sistemas artificiales inmunes, integración de la información basada en ontología, fundamentos de la satisfacción de restricciones, algoritmos genéticos en investigación e inteligencia artificial, modelaje de multiagentes de evolución fundamentada en lenguaje y razonamiento basado en casos para el conocimiento industrial.

Por su parte, las ponencias reflejaron la diversidad de tópicos y ejemplos de desarrollos tecnológicos de esta disciplina: sistemas multiagentes, razonamiento temporal, aplicaciones en enseñanza, robótica cognitiva, lógica descriptiva, reflexiones sobre las acciones y el cambio, teoría de decisiones y aplicaciones en seguridad, entre otros.

Dos elementos nuevos en la 18° edición de IJCAI fueron la sesión técnica de pósters y la demostración de sistemas inteligentes. Otros eventos complementaron los días de IJCAI-03, como la exposición de equipos y módulos de información por empresas, universidades y casas editoriales relacionadas con computación e inteligencia artificial. Además, hubo exhibiciones y concursos de robots móviles y otro de agentes de productos de inteligencia artificial así como la entrega de premios especiales y eventos sociales.

Los patrocinadores del evento incluyeron empresas, universidades y organismos que apoyan la investigación en esta disciplina: CoLogNET, Hewlett-Packard, IBM, Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto Tecnológico de Acapulco, Intelligent Information Systems Institute, Morgan Kaufmann Publishers, Naval Research Laboratory (EEUU), Oracle de México, Defense Advanced Research Projects, Agency DARPA (EEUU), NASA Ames Research Center, Cornell University, National Science Foundation (EEUU), SUN Microsystems, Telmex, UK Foresight Cognitive Systems Project, Web Intelligence Consortium, Ben Wegbreit y el Tecnológico de Monterrey.

El Dr. Francisco J. Cantú, director de Investigación y Posgrado del Campus Monterrey, fue uno de los coordinadores del evento, junto con el profesor Juan M. Rodríguez, del Instituto Tecnológico de Acapulco. Algunos miembros del grupo organizador de IJCAI-03 representaron a otras universidades de México, como el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de las Américas, la Universidad Nacional Autónoma de México y varios campus del Tecnológico de Monterrey. También participaron en la organización representantes de empresas privadas y paraestatales así como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

# Se incorpora experto en diseño automotriz al CDIP

Desarrollar nuevos proyectos en el área de diseño industrial y compartir a través de la docencia sus más de diez años de experiencia, son dos de los principales objetivos que tiene el Lic. Héctor Solís Muñiz, quien se integró como investigador y docente al Centro de Diseño e Innovación de Productos, CDIP, el pasado mes de agosto.

Su experiencia profesional incluye una destacada labor como gerente de diseño y desarrollo de productos para empresas como Carrocerías Toluca, S.A de C.V. (CATOSA), Carrocerías Preconstruidas, S.A. (CAPRE) y Volkswagen de México, S.A. de C.V.. Posteriormente, fundó y dirigió NEOCAR, una empresa de consultoría en diseño y desarrollo de carrocerías. Sus principales clientes incluyeron a Neoplan AG (Alemania), Capre (México, D.F.), Simuladores Recreativos, S.A., Coca-Cola de México, Union City Body Company (Estados Unidos), Alpresa, S.A. Qugos del Valle) y Neobus de México, S.A de C.V..

El Lic. Solís comentó que es una gran oportunidad el formar parte del CDIP en un momento en que para México es crucial el desarrollo y el diseño de nuevos productos. "Actualmente se recurre al uso de patentes, pero los acuerdos comerciales internacionales harán más difícil acceder a ellos. Además, obtendremos mayores ventajas al crear nuestros conceptos y podría incluso presentarse la posibilidad de promoverlos en otros países". Agregó que, igualmente, siente que es su compromiso y reto transmitir su experiencia a los jóvenes por lo que estará impartiendo los cursos de Talleres 5, 6 y 7 para los alumnos de la carrera de Licenciado en Diseño Industrial.

El Lic. Solís se graduó de la carrera de Licenciado en Diseño Industrial por la Universidad de Guadalajara y posteriormente cursó estudios de Maestría en Diseño Automotriz en la Escuela Superior de Diseño (Fachhochschule für Gestaltung) en Pforzheim, Alemania. Durante su estancia en



ese país, realizó prácticas profesionales con AUDI AG en las áreas de diseño interior de vehículos, diseño corporativo y diseño de exposiciones (IAA Frankfurt 1990), y con Mercedes Benz AG, como diseñador-constructor de conceptos avanzados para automóviles. 

## Avanza estudio sobre prospectiva tecnológica de México

Profesores y egresados del Campus Monterrey participan en un estudio titulado "Prospectiva tecnológica industrial de México 2003-2015", que busca generar una visión hacia los años por venir respecto a la adopción de tecnología en diferentes sectores industriales de México por medio de la colección de 28 reportes de los actores del desarrollo tecnológico de todo el país.

El responsable técnico y coordinador general del estudio, Dr. Juan Lauro Aguirre Villafaña, explicó el objetivo del proyecto al decir que se trata de obtener "una visión comunitaria a futuro del grado de importancia, el impacto esperado, las limitaciones que habrá que vencer, la posición competitiva que actualmente tenemos y las recomendaciones y opiniones específicas que habrá que tomar en cuenta para que las principales transformaciones tecnológicas que ya se anticipan se incorporen y fortalezcan las diversas áreas industriales y, con ello, que contribuyan al progreso tecnológico, económico y social del México".

El Dr. Aguirre Villafaña, profesor de la Maestría en Prospectiva Estratégica de la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública del Campus

Monterrey y presidente ejecutivo del Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León, explicó que el universo del estudio son personas que son actores del desarrollo tecnológico en México, de los ambientes empresarial, industrial o académico. En el contexto del estudio, un *actor* "es alguien que no solamente es capaz de pensar en el futuro sino cuya toma de decisiones contribuye a alcanzarlo". "En el caso de prospectiva tecnológica son básicamente los responsables del desarrollo tecnológico de México; pueden ser profesores o investigadores pero fundamentalmente estamos hablando de tecnólogos", puntualizó el Dr. Aguirre Villafaña. Añadió que la identificación de actores (la determinación de la muestra) se ha realizado a través de la técnica denominada en inglés, *snow ball sample technique*, esto es, por preferencia y reconocimiento de terceros como persona activa y con amplia experiencia en determinada área profesional. El profesor especificó que se tiene un mínimo de 100 actores dentro de cada una de las 28 áreas comprendidas por el estudio, a partir de 10 sectores industriales: agroalimentario, energía, medio ambiente, químico, tecnologías de información y comunicación (TIC), ingeniería, transformación, diseño y automatización, biotecnología, y materiales.

En el estudio se utiliza el cuestionario Delphi, que se deriva de una técnica estadística que fue desarrollada a mediados del siglo pasado por la Corporación Rand para el establecimiento de estrategias a futuro relacionadas con la seguridad de los Estados Unidos. Se utiliza para conocer lo que piensa una comunidad sobre su propio futuro.

Un cuestionario Delphi está conformado por afirmaciones respecto al futuro, llamadas *anticipaciones*. Estas deben ser valoradas por los actores y esta valoración generalmente se hace por medio de un conjunto de indicadores: fecha de materialización, grado de importancia, sector en el cual tendrá mayor impacto, limitaciones para que se materialice, entre otros. Para cada indicador se proporcionan varias opciones, niveles, estands, rangos, etc..

El estudio comprende tres etapas: 1) generación de las herramientas prospectivas (cuestionarios Delphi), 2) construcción de los directorios de actores y 3) obtención de la información de las respuestas de los cuestionarios. Se trata de dos mil 800 cuestionarios en total.

La necesidad de realizar estudios de prospectiva tecnológica está contemplada en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El proyecto fue propuesto por la Asociación Mexicana de Directivos de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, A.C. (ADIAT) al CONACYT. La ADIAT hizo una convocatoria de propuestas para la realización del estudio y seleccionó la propuesta del Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. El Consejo es un fideicomiso creado por cuatro universidades de Monterrey: la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Universidad de Monterrey, la Universidad Regiomontana y el Tecnológico

de Monterrey. Además forman parte la Cámara de la Industria de la Transformación (CAINTRA), la Cámara Nacional de Comercio (CANACO), la propia ADIAT, la Secretaría de Educación Pública y la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Nuevo León.

El proyecto se lleva a cabo a través de la Red Mexicana de Prospectiva, formada por siete centros públicos de investigación de la Red de CONACYT, la UANL, la Unidad de Laboratorios de Ingeniería y Expresión Genéticas de la Facultad de Medicina de la UANL, y el Centro de Estudios de Energía del Campus Monterrey del Tecnológico de Monterrey, cuyo director y participante en el proyecto es el Dr. Armando Llamas.

El asistente técnico del estudio es Juan Paul Farías Peña, primer egresado de la Maestría en Prospectiva Estratégica. En la identificación de actores participa Carlos A. Góngora Caamal (carlosagc@exatec.itesm.mx), egresado de la Maestría en Administración de Tecnologías de Información, y Cristina Lara, quien colabora en la descripción de industrias.

El equipo comenzó el estudio en agosto de 2002 y terminarán los reportes en diciembre de 2003. El período de envío y recepción de los cuestionarios Delphi aún está abierto hasta noviembre, mes del cierre, para después pasar a la elaboración del reporte. 

## Centro de Sistemas de Conocimiento será sede del Foro Latinoamericano de Desarrollo Basado en Conocimiento

El Centro de Sistemas de Conocimiento, CSC (<http://www.sistemasdeconocimiento.org>), la entidad líder en administración del conocimiento e innovación en el mundo de habla hispana y portuguesa, será anfitrión del Foro Latinoamericano de Desarrollo Basado en Conocimiento, que se llevará a cabo del 2 al 4 de noviembre.

Este evento tendrá un público invitado de alrededor de 100 especialistas y se desarrollará conjuntamente con la III Mesa Redonda del Grupo Entovation-100 y la I Asamblea de la Comunidad Iberoamericana de Sistemas de Conocimiento (CISC).

El CSC es miembro fundador de Entovation y generador de la CISC. En el otoño de 2002, la revista especializada *Journal of Knowledge Management* publicó un número especial consagrado al desarrollo basado en conocimiento bajo la coordinación editorial del CSC.

El desarrollo basado en conocimiento (DBC) se consolida como enfoque estratégico en las regiones y países con mayor nivel de desarrollo integral. Los países escandinavos, la Unión Europea en su conjunto, Canadá y Australia han hecho del DBC el eje de su política de desarrollo. La confluencia de una serie de circunstancias propicias ofrece a Latinoamérica una oportunidad singular de avanzar en este terreno, capitalizando las mejores prácticas e interactuando con los mejores especialistas mundiales. El Foro Latinoamericano de Desarrollo Basado en Conocimiento ofrecerá a agentes relacionados con este tema un espacio de diálogo de alto nivel tanto con el Grupo Entovation-100 —la más prestigiada red internacional de especialistas en conocimiento e innovación— como con la Comunidad Iberoamericana de Sistemas de Conocimiento (CISC), una red regional de practicantes de DBC. Además, el Foro contará con la participación de personalidades de los sectores del gobierno, la industria, la academia, las organizaciones internacionales y las ONGs relacionadas con el tema central.

El Grupo Entovation-100 (<http://www.entovation.com>) es un Think Tank (grupo de reflexión) especializado en administración del conocimiento e innovación, único en el mundo. En el verano de 2002 tuvo lugar su I Mesa Redonda en la ciudad de Nueva York con el objetivo de articular el enorme potencial de este grupo, así como para actuar como interlocutor al Global KM Exchange que le sirvió de escenario. La II Mesa Redonda se realizó en Helsinki, en abril de 2003. Esta reunión avanzó en la determinación de la oferta de valor distintiva del Grupo y permitió un estimulante intercambio entre los miembros de la academia, el gobierno y la industria en la región escandinava. La III Mesa Redonda se llevará a cabo en la ciudad de Monterrey, México, dando pie a la realización de este Foro Latinoamericano con el objetivo de consolidar la presencia global del Grupo Entovation-100 y fomentar el diálogo internacional en desarrollo basado en conocimiento.

La Comunidad Iberoamericana de Sistemas del Conocimiento (<http://www.iberoamericana.org>) es una red virtual de practicantes de administración del conocimiento en el mundo de habla hispana y portuguesa que ha sido impulsada por el Centro de Sistemas de Conocimiento. Actuará como interlocutora natural del Foro y celebrará en paralelo su primera asamblea presencial dentro de este marco.

Algunas características distintivas del evento son:

- (1) Todos los participantes serán agentes activos en desarrollo basado en conocimiento.
- (2) Los tres programas estarán intercalados, siendo el Foro la sección abierta a todos los participantes.
- (3) Los temas del Foro en los tres días serán: Ciudades de conocimiento, Regiones de conocimiento y Mundo de conocimiento.
- (4) No habrá "audiencia"; se espera que los participantes entablen un diálogo de alto nivel a través de grupos participativos dinámicos.
- (5) La participación en este evento será exclusivamente por invitación. 

## Conferenciantes dan brillo al inicio de actividades de la EGAP



La Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública, EGAP, inició actividades el 7 de agosto con un evento titulado "Nuevas políticas para los nuevos tiempos" en que personajes de los ámbitos político y académico presentaron conferencias sobre temas de actualidad. En su discurso, el Dr. Miguel Hakim Simón, subsecretario de Relaciones Exteriores de México, se refirió a dos vertientes necesarias para la inserción de México en la nueva política exterior: mayor proactividad en los organismos internacionales y la prioridad de las relaciones internacionales con países vecinos de México con los que se constituyen relaciones bilaterales. En ese sentido, el funcionario destacó la formación de especialistas en los programas como los que la EGAP ofrece para llevar a cabo este direccionamiento de los asuntos de administración gubernamental y relaciones internacionales.

Por su parte, el Lic. Natividad González Paras, gobernador electo del estado de Nuevo León, habló sobre las grandes expectativas que los gobiernos y las administraciones públicas tienen de los estudiantes de la nueva Escuela, como especialistas con la formación para enfrentar retos que se presenten en la procuración de un buen funcionamiento del gobierno, el cual incluye, además de la democratización interna de la estructura gubernamental, la realización de rediseños de políticas públicas y la redefinición de marcos legales y reglamentarios de la administración pública.

El evento, realizado en la Sala Mayor de Rectoría, fue presidido por el Lic. Fernando Elizondo Barragán, gobernador del Estado de Nuevo León, quien inauguró formalmente las actividades académicas de la EGAP destacando la visión del Tecnológico de Monterrey de crear esta Escuela para la formación de especialistas en administración pública. Por parte del Tecnológico de Monterrey estuvieron en el presidium el Dr. Rafael Rangel Sostmann, rector del Sistema Tecnológico; el Dr. Alberto Bustani Adem, rector de la Zona Metropolitana de Monterrey; el Dr. Emilio Alvarado, rector de la Zona Norte de la Zona de la Ciudad de México; y el Dr. Carlos Enrique González Negrete, rector de la Zona Sur; el Dr. Héctor Moreira, vicerrector de Innovación y Desarrollo del Sistema; y el Dr. Bernardo González Aréchiga, director nacional de la EGAP.

La EGAP inició con un programa académico de cinco maestrías; Administración Pública y Política Pública, Estudios Internacionales, Análisis Político y Medios de Información, Derecho, y Derecho Internacional, y la inclusión del Centro de Estudios Estratégicos.

Cuenta con una planta docente interdisciplinaria y especializada además de convenios con la John F. Kennedy School of Government de Harvard University, Georgetown University y la Universidad Autónoma de Barcelona

La Escuela tiene como misión: "formar personas éticas que ejerzan un liderazgo visionario en su comunidad encaminado a promover el mejoramiento económico, político, empresarial y social del país". La EGAP inició actividades a nivel nacional en el Campus Monterrey, el Campus Ciudad de México y el Campus Estado de México y piensa expandir su oferta educativa el año próximo.

### Conferencias de Harvard y Georgetown

En la segunda semana del período académico, la comunidad académica de la EGAP tuvo la oportunidad de presenciar conferencias impartidas por profesores destacados de estas dos universidades que se han asociado con la EGAP. El 15 de agosto a través de la Universidad Virtual, el Dr. Ricardo Hausmann de Harvard University dictó una conferencia titulada: "El pobre desempeño económico en América Latina, dos explicaciones". El profesor fue presentado por Mary Hilderbrand, coordinadora de la relación entre Harvard University y el Tecnológico de Monterrey, quien felicitó a la EGAP por el inicio de sus actividades académicas y manifestó el entusiasmo por la colaboración entre ambas instituciones. El Dr. Hausmann, especializado en práctica de política económica de John F. Kennedy School of Government, revisó el entorno económico de los países de América Latina durante las crisis económicas de los años 80, los cambios y la relativa estabilidad de los primeros años 90 y las crisis de la segunda mitad de esa década y la situación actual, caracterizada por un cierto grado de incertidumbre. Destacó las privatizaciones de empresas paraestatales, la apertura comercial y la liberalización de instituciones bancarias como relevantes para entender esta evolución. Enfatizó que el problema ante ciertas variaciones de la situación económica de países latinoamericanos es la imposibilidad o dificultad de endeudarse internacionalmente en moneda local. Ante esto, propuso como alternativa un índice nuevo para emisión de deuda internacional, basado en monedas de países emergentes.

En la misma fecha en forma presencial, el Dr. John Bailey, catedrático de Georgetown University especializado en ciencias políticas, gobierno y servicio diplomático, trató el tema, "Homeland

security and its effect on US-Mexican relations", ante profesores y alumnos de la EGAP y el cónsul general de Estados Unidos en Monterrey, John Ritchie. Además, sostuvo una entrevista conducida por la maestra Gabriela de la Paz, directora de la carrera de Licenciado en Ciencias Políticas del Campus Monterrey, que fue transmitida por videoconferencia a todos los campus del Tecnológico de Monterrey.

El profesor estadounidense abordó el tema de la entidad del gobierno de su país que se denomina en inglés, *homeland security*, surgida después de los atentados terroristas del 11 de septiembre de 2001. Explicó que este re-arreglo de entidades del ejecutivo combina las instancias de seguridad pública (protección de personas y de valores democráticos y procuración de justicia) y seguridad nacional (ejércitos y diplomacia), buscando una integración de servicios de

seguridad y enfrentándose a retos administrativos y de relación con la ciudadanía y la relación con otros países.

Comentó que en las relaciones internacionales que sostiene el gobierno de Estados Unidos, así como la sostenida específicamente con México, se ha pasado de un marco de la Guerra Fría hacia el antiterrorismo. En la agenda nacional de su país, además de la recuperación económica, la seguridad en este nuevo contexto es prioridad. El Dr. Bailey calificó la relación México-Estados Unidos como un avance muy positivo, si bien el acuerdo migratorio que busca el gobierno mexicano se ve para el corto plazo en términos de un "ajuste migratorio" más limitado, debido a las prioridades de la agenda del gobierno estadounidense y la proximidad de las elecciones de 2004. 

## Wall Street Journal destaca a EGADE como la mejor escuela de negocios fuera de Estados Unidos

La Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, EGADE, del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, se ubica como la mejor escuela de negocios a nivel posgrado fuera de Estados Unidos en la evaluación de 2003 publicada en septiembre por el periódico estadounidense, *The Wall Street Journal*. Cada año, esta prestigiada publicación lleva a cabo una evaluación de escuelas de negocios para determinar cuáles son las mejores 50 a nivel mundial. De las 50 escuelas que aparecen en este *ranking* reciente, 44 se ubican en Estados Unidos y los seis restantes en sólo cuatro países: México, España, Francia e Inglaterra. La EGADE, al quedar en el lugar #16, es la primera escuela no estadounidense que figura en la lista total. Esta posición representa un salto de 11 escaños con respecto a los resultados del *rankine* de 2002.

"Estamos muy satisfechos con este resultado porque constituye un merecido reconocimiento al liderazgo y desempeño de nuestros egresados. *The Wall Street Journal* evalúa 26 atributos que son prioritarios para las empresas y los reclutadores al momento de contratar ejecutivos, y esta posición entre las mejores escuelas del mundo ratifica que nuestros egresados cuentan con el perfil idóneo para colocarse en compañías globales y competitivas", afirmó el Dr. Jaime Alonso Gómez, director de la EGADE Monterrey.

De los múltiples *rankings* de escuelas de negocios, el de *The Wall Street Journal* y la empresa Harris Interactive tienen la particularidad de ser los únicos en basarse totalmente en las opiniones de reclutadores de

empresa que se dedican a contratar a graduados de programas de MBA (Maestría en Administración). Un total de dos mil 191 reclutadores de diferentes países calificó a tres mil 528 escuelas. De éstas, entraron a la evaluación final 183 escuelas estadounidenses y 73 no estadounidenses.

Cada escuela debe ser calificada por un mínimo de 20 reclutadores. La metodología del estudio se basa en la percepción de la escuela y de sus egresados (80%) y del atractivo general de la escuela (20%), definido por el número total de reclutadores que acude a ella con propósitos de contratación. Los principales atributos evaluados por los reclutadores son: habilidades de comunicación y relaciones interpersonales, habilidad de trabajar en equipo, habilidades analíticas y para resolver problemas, ética e integridad personal, potencial de liderazgo y pensamiento estratégico, entre otros.

El director de la EGADE habló también sobre el significado de este *ranking* dentro de los procesos de mejoramiento continuo de la Escuela: "Siempre hemos pensado que las posiciones de liderazgo que la EGADE ocupa en *rankings* internacionales son resultado de la calidad de nuestros alumnos, egresados, profesores, programas y staff administrativo. En congruencia con esto, seguiremos fortaleciendo nuestros procesos de innovación, para asegurar que la experiencia de aprendizaje de nuestros alumnos se traduzca en una trayectoria profesional y empresarial de trascendencia una vez que concluyan sus estudios", comentó. 



# Inicia EGADE maestría con estancia en el extranjero para recién egresados

La Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, EGADE, ofrece a partir de septiembre la Maestría en Negocios Internacionales (MIB) en respuesta a la necesidad actual de las empresas de contar con ejecutivos con experiencia profesional multicultural. Este nuevo programa de posgrado está diseñado para quienes sean recién egresados, o bien, quienes cuenten con un máximo de dos años de haberse graduado de la carrera profesional, comentó el coordinador de la MIB, el Dr. Carlos Romero Uscanga.

La Maestría en Negocios Internacionales es un programa de tiempo completo que permite a los estudiantes obtener en 15 meses la doble titulación: la del Tecnológico de Monterrey y la de la Escuela Superior de Comercio de París. Por la experiencia que esta escuela europea ha tenido en el programa de Maestría en Negocios Europeos ya tiene convenios con reconocidas instituciones de Berlín, Alemania, París, Francia y Oxford, Inglaterra. Lo anterior facilita el acceso a los alumnos de la MIB a diferentes destinos donde cursarán la segunda mitad de su posgrado con la opción de

practicar alemán, francés o inglés y adquirir una experiencia multicultural.

Además, los estudiantes se involucrarán con una empresa del país durante su estancia en el extranjero. A través de la Cámara de la Industria de Comercio de París, la Escuela Superior de Comercio de París recluta anualmente a 150 personas de todo el mundo lo cual permitirá a la EGADE enviar a 40 estudiantes a Europa, siendo 10 para cada sede. Las empresas participantes podrían ser BMW, Rolls Royce, Unilever, L'Oreal, Cartier, Louis Vuitton, Danone, etcétera. Los estudiantes no harán prácticas profesionales sino que participarán en proyectos relevantes de estas empresas.

Los requisitos para ingresar a este nuevo programa son los que ya se encuentran establecidos para cualquier programa de graduados del Tecnológico de Monterrey; pero adicionalmente el aspirante a la MIB debe aprobar el examen TOEFL y un segundo examen similar que evalúa su dominio del idioma del país en el que desea realizar su estancia.

"La Maestría crecerá para ofrecer un mayor número de plazas a los alumnos así que ya se está haciendo una planeación para realizar nuevos convenios con universidades en otros países como Italia, Australia, Irlanda, Nueva Zelanda, Estados Unidos o Canadá", comentó el coordinador de este posgrado.

El Dr. Romero Uscanga es Doctorado en Mercadotecnia por el Tecnológico de Monterrey y la Universidad de Texas en Austin. Realizó la Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico Autónomo de México y es Ingeniero Químico por la Universidad Veracruzana. Es profesor investigador en la EGADE en las áreas de estrategia, responsabilidad social y administración ambiental. 



## Atraen fondos para colaboración internacional proyectos del Centro de Sistemas de Manufactura y la Cátedra de Investigación en Mecatrónica

La labor en conjunto de la Cátedra de Investigación en Mecatrónica y el Centro de Sistemas de Manufactura se ha destacado por promover la cooperación e intercambio entre instituciones y organismos, lo cual les ha valido múltiples reconocimientos a nivel internacional. En esta ocasión obtuvieron tres fondos de movilidad; uno para el proyecto "Automatización de los Procesos de Mecanizado de Alto Rendimiento (PIBAMAR)" por parte del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), otro para el proyecto bilateral "Sistemas Distribuidos vía Internet para Planeación y Programación de Procesos de Mecanizado" concedido por el CONACYT, y uno más para el proyecto de "Intercambio Académico para el Fortalecimiento del área de Sistemas Integrados de Manufactura" por parte de la ANUIES-Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA).

El CYTED es un programa internacional de cooperación científica y tecnológica multilateral entre 19 países iberoamericanos con casi 20 años de existencia que ha logrado generar 76 redes temáticas, 95 proyectos de investigación y 166 proyectos de innovación en el que han participado más de 10 mil científicos y tecnólogos. El programa otorga apoyo financiero a proyectos con un impacto sustancial en el desarrollo de la región cuyos resultados sean trasladados a los sistemas productivos y políticas sociales.

El proyecto PIBAMAR (2003-2007) recibió un fondo de \$240 mil USD y será desarrollado entre 16 instituciones de países tales como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, España, Perú, Portugal, Venezuela y México, donde el coordinadores el profesor investigador Dr. Ciro A. Rodríguez, quien trabajará en conjunto con los estudiantes de Ingeniería, de las maestrías en Manufactura, Automatización y Mecatrónica del Campus Monterrey. El coordinador general del proyecto es el Dr. Marcelo Teixeira dos Santos del Instituto Superior de Tecnología de Brasil.

El objetivo de PIBAMAR es generar conocimiento iberoamericano propio en las temáticas relacionadas con la automatización de los procesos de Mecanizado de Alto Rendimiento (MAR). Su aspiración es crear una coordinación entre los proyectos de investigación de cada institución y que se

investiguen diferentes aproximaciones, considerando diversos ángulos, desde lo clásico hasta la inteligencia artificial. El interés que el proyecto genera entre los sectores productivos obedece a:

- Incremento de la productividad
- Reducción de los tiempos de fabricación
- Mejora del acabado e integridad superficial
- Incremento de la precisión del trabajo
- Mejora de la capacidad de realización de formas geométricas complejas y
- Ampliación de la capacidad de mecanizado económico a nuevos materiales.

El fondo de movilidad, cuya duración será de dos años, incluye la cobertura de gastos de gestión y movilidad del jefe de proyecto; por la reunión de coordinación; movilidad de investigadores entre los grupos participantes; publicaciones o patentes de titularidad común derivadas de los resultados del proyecto; y acciones de promoción de los resultados del proyecto en la región, (más información en [www.cytcd.org](http://www.cytcd.org)).

Asimismo, CONACYT concedió al proyecto "Sistemas Distribuidos vía Internet para Planeación y Programación de Procesos de Mecanizado", realizado en conjunto por el CSIM y la Universidad de Holguín, en Cuba, un fondo de movilidad para estancias cortas de 2003 a 2005, de aproximadamente \$2,500 USD.

El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema CAD/CAPP/CAM para máquinas herramientas de control numérico utilizando la Internet para la comunicación entre los módulos del mismo. Las expectativas del proyecto son impactar tanto a la industria como a la educación de manufactura. En el primero, se espera ofrecer capacitación a sus profesionistas y asesorarlos en la asimilación de los resultados para elevar sus niveles técnico-económicos. En lo que respecta a lo académico, se busca contribuir a la formación de profesores y alumnos de posgrado, promover la divulgación de los resultados a través de artículos y libros, y construir los cimientos para el futuro desarrollo de investigaciones en las instituciones participantes.

El próximo mes de noviembre se recibirá la primera visita del profesor titular Dr. Ricardo Lorenzo Ávila Rondón, coordinador por parte de la

Universidad de Holguín, quien en conjunto con el Dr. Ciro Rodríguez, emprenderá en las instalaciones del CSIM el desarrollo del proyecto.

Por su parte, la ANUIES-CSUCA, financiado por la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, confirió \$8,300 USD al CSIM y al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) para llevar a cabo el proyecto "Intercambio Académico para el Fortalecimiento del Área de Sistemas Integrados de Manufactura". Su objetivo es la transferencia tecnológica del Control Numérico Universal desarrollado dentro de la Cátedra de Investigación de Mecatrónica y el intercambio académico entre profesores de ambas instituciones.

De la misma forma, se pretende desarrollar los temas de automatización de sistemas de manufactura, el diseño de sistemas de manufactura reconfigurables y el diseño y fabricación de moldes y herramientas. Como parte de este proyecto, tres profesores del CSIM realizarán una estancia de seis días en el ITCR y dos profesores del ITCR realizarán una estancia de 14 días en el CSIM, 

## Nuevos esquemas de becas para estudiantes de posgrado del Campus Monterrey

La Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (EGADE) y la recientemente creada Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública (EGAP) ofrecen esquemas de becas para alumnos destacados que deseen estudiar un programa de posgrado. Los esquemas de becas comprenden hasta el 90% de la colegiatura en forma de crédito educativo cuyo adeudo es cancelado cuando se haya obtenido el grado académico.

El apoyo de las becas se adaptan a diferentes modalidades de estudio—a tiempo completo y tiempo parcial—y la extensión de la cobertura del apoyo es por tiempos establecidos para la obtención del grado académico.

De la forma anterior, la EGADE ofrece becas para sus programas estudiados a tiempo parcial y a tiempo completo:

### *Tiempo completo:*

Maestría en Administración

### *Tiempo parcial:*

Maestría en Finanzas

Maestría en Mercadotecnia

Maestría en Dirección para la Manufactura

Maestría en Global e-Management

Maestría en Negocios Internacionales.

Los requisitos incluyen, entre otros, promedio de calificaciones igual o mayor a 90 en estudios de licenciatura, trámites y documentación de admisión, puntaje igual o

mayor a 600 en el examen de admisión al posgrado y evaluación por parte del comité de becas de esta Escuela.

Para alumnos de la maestrías de la EGAP operan esquemas de becas similares, con requisitos de promedio de calificaciones igual o mayor a 85 y puntaje en el examen de admisión al posgrado igual o mayor a 550. Entre otros requisitos, los candidatos por obtener una beca también son evaluados por un comité de la Escuela y deben cursar determinado número de materias por período académico.

La directora académica de la EGAP, Dra. Teresa Almaguer, comentó que "los fondos provienen de un fideicomiso que tiene el Tecnológico de Monterrey para apoyar a los alumnos que reúnan los requisitos y que deseen estudiar pero que no tienen los medios".

La EGAP ofrece becas de hasta el 90% de la colegiatura para estudiantes de tiempo parcial y tiempo completo de sus programas:

Maestría en Administración Pública y

Política Pública

Maestría en Análisis Político y Medios de Información

Maestría en Estudios Internacionales

Maestría en Derecho

Maestría en Derecho Internacional

Maestría en Prospectiva Estratégica.

Por otra parte, se ofrecen las becas para Programas Doctorales del Campus Monterrey:

Doctorado en Estudios Humanísticos

Doctorado en Filosofía en Administración

Doctorado en Tecnologías de

Información y Comunicaciones

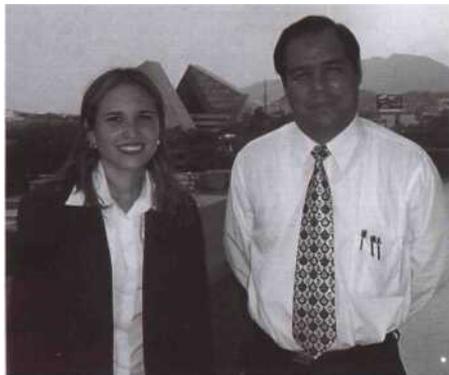
Doctorado en Ciencias de Ingeniería.

Estas becas son para estudiantes de tiempo completo de cualesquiera de estos programas y que realicen investigación en el Instituto, que en sus estudios de licenciatura y maestría hayan obtenido promedios iguales o mayores a 90 y un puntaje igual o mayor a 600 en el examen de admisión al posgrado. Las becas abarcan hasta el 90% de la colegiatura.

El Dr. Francisco Cantú Ortiz, director de Investigación y Posgrado del Campus Monterrey, comentó que estos nuevos esquemas de becas constituyen un refuerzo de los posgrados de la EGADE, así como un impulso de los programas de la EGAP los cuales calificó como "estratégicos" para el Tecnológico de Monterrey.

Además, dijo que con las becas se le da un fuerte estímulo a los programas doctorales, "apuntalándolos y promoviendo la formación de recursos humanos en la investigación, a través de la participación complementaria de estudiantes de doctorado en las cátedras de investigación". 

## Maestría en Sistemas de Calidad y Productividad



A partir del semestre agosto-diciembre de 2003 la Ing. Silvia Lizett Olivares Olivares y el Dr. Jorge Limón Robles coordinan la Maestría en Ciencias con especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad. La Ing. Olivares es egresada de la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Industrial del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, (1999) y está certificada como Auditor Líder de ISO-9000 versión 2000.

Actualmente es profesora investigadora del Centro de Calidad del Campus Monterrey, donde coordina los programas de educación continua y participa en la documentación y evaluación para diversos premios de calidad. Es autora de un método de diagnóstico que ha aplicado a empresas como: Teksid Aluminio, Thomson Consumer Electronics, FAMA, Hotel Tucancún, Torres Mazatlán, ESAB México, Alfa Corporativo, Alestra, Grupo Estrella Blanca, Embotelladora de Toluca y Arendal, entre otros. Asimismo, ha diseñado herramientas de autodiagnóstico para los Grupos ADO y Bachoco.

El Dr. Jorge Limón Robles obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería Industrial por el Tecnológico de Monterrey (1998) en un programa conjunto con la Universidad de Texas A&M.

Después de laborar como ingeniero de diseño mecánico en Industria del Hierro, S.A. de C.V., en 1989 se incorporó como profesor investigador al Departamento de Mecatrónica y Automatización (antes Ingeniería de Control) del Campus Monterrey impartiendo cursos a nivel profesional y de maestría. Desde agosto

de 2003 es profesor investigador del Centro de Calidad.

A través del Centro de Automatización Industrial ha realizado numerosos proyectos de consultoría y desarrollo tecnológico para empresas nacionales y extranjeras entre las que se encuentran Case New-Holland, Cementos Mexicanos, Nematik, Grupo Maseca, Industria del Alkali, Sales y Óxidos, y Grupo Vitro, entre otras.

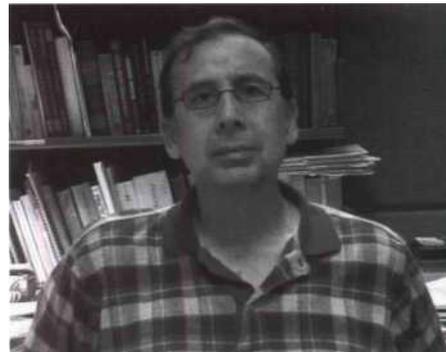


## Maestría en Tecnología Informática

El Dr. José Raúl Pérez Cazares, profesor del Departamento de Ciencias Computacionales e investigador del Centro de Investigación en Informática, es el nuevo coordinador de la Maestría en Tecnología Informática (MCT). El Dr. Pérez Cazares es egresado del Doctorado en Computación de la Universidad de Rennes, Francia. En 1990, se incorporó al Campus Monterrey como investigador del Centro de Investigación en Informática, CII, a la vez que profesor del Departamento de Ciencias Computacionales. Actualmente colabora con el CII en las áreas de sistemas distribuidos e ingeniería de software.

Especializado en arquitecturas orientadas a objetos y sistemas distribuidos, el Dr. Pérez Cazares reúne más de 10 publicaciones internacionales en congresos especializados en telemática y tecnologías de información llevados a cabo en Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Perú, Colombia, Brasil y Venezuela, así como en la revista, *Soluciones Avanzadas*.

## Maestría en Sistemas Ambientales



El Dr. Jorge Humberto García Orozco, profesor de Ingeniería Química e investigador del Centro de Calidad Ambiental, es el nuevo coordinador de esta maestría. El Dr. García Orozco obtuvo de Vanderbilt University en Estados Unidos el grado de Doctor en Ingeniería Ambiental y Recursos Hidráulicos en 1982. Es profesor titular de la División de Ingeniería y Arquitectura del Campus Monterrey desde 1991 y ha sido investigador del Centro de Calidad Ambiental, CCA, desde sus inicios en 1992, enfocándose en estudios sobre contaminación ambiental. Fue director de los Laboratorios Analíticos Ambientales y actualmente coordina el área de Tecnología de Agua del CCA.

En el medio industrial ha sido asesor de compañías textiles y de fibras químicas, de papel, de energía y agrícolas, en estudios sobre el manejo de la contaminación y el tratamiento de aguas residuales de procesos industriales, manejo de emisiones contaminantes e incrustaciones en sedimentadores y torres de enfriamiento de procesos industriales.

En autoría y coautoría el Dr. García Orozco reúne 20 publicaciones en revistas especializadas y ponencias en eventos especializados como la *Revista del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos*, y eventos como Water Pollution Control Federation, International Environmental Congress, y encuentros de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química. Además, ha escrito en coautoría en antologías técnicas, como en *Application of Adsorption to Wastewater Treatment* en Chemical & Geochem/ca/Aspects of Fossil Energy Extraction.

Es miembro de la Sociedad Mexicana de Aguas, afiliado a Water Pollution Control Federation, y del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Sección Monterrey; de ésta última obtuvo el Premio a la Excelencia de la Educación en 1989. 

# Inversión de capital de riesgo en empresas de base tecnológica en México

*Calos A. Góngora Caamal*

La llegada de la globalización y la revolución de las tecnologías de información forzaron a los países desarrollados a moverse hacia industrias de alta tecnología, basadas en conocimiento, para mantener el nivel de vida de sus países y continuar con su crecimiento económico. Las ventajas comparativas que disfrutaron estos países en industrias maduras y de uso intensivo de tecnología en niveles moderados se erosionaron y provocaron una estructura de costos elevados en términos de sueldos y empleo total. En la actualidad, la salud y la estabilidad económica se ven como productos del buen desempeño de las industrias de alta tecnología de los países desarrollados, lo cual está determinado por los resultados de su actividad empresarial y la creación de valor para sus clientes a través de la innovación. En industrias de alta tecnología, las empresas pequeñas y medianas son las que han incrementado su influencia en actividades innovadoras, resultado del intercambio, integración y desarrollo de conocimiento por alianzas entre empresas, centros de investigación y universidades, entre otros (Kaul, 2002).

Es bien conocido que México está enfrentando retos de competitividad que el mundo globalizado trae consigo. Los avances tecnológicos se producen a gran ritmo, repercutiendo en gran escala en la sociedad y la economía. Así es como los aspectos intangibles, como la innovación, la formación de recursos humanos y las nuevas tecnologías se han erigido como factores determinantes de los procesos actuales y futuros del crecimiento económico (PEUE, 2002). En consecuencia, surge una fuerte necesidad de integrar efectivamente la innovación, la creación de empresas y el desarrollo tecnológico para superar algunas de las barreras competitivas impuestas por la actual economía basada en conocimiento. Las bases de competencia han cambiado de precios a valor agregado, donde las ideas y el conocimiento son la principal fuente de innovación y valor agregado.

## Empresas basadas en conocimiento

El nuevo modelo de desarrollo es ejemplificado por empresas basadas en conocimiento, consideradas como las mayores creadoras de riqueza en esta nueva economía. En estas empresas las ideas que surgen se capitalizan y transforman en productos y servicios de alto valor agregado. (Díaz de León, 2001). El tipo de empresa basada en conocimiento que ha ganado importancia durante las últimas dos o tres décadas es a veces descrita como una *compañía tecnológica*. Las empresas basadas en conocimiento, específicamente las empresas basadas en tecnología, han jugado un papel muy importante en el desarrollo de países como Estados Unidos, Francia, Japón, el Reino Unido y Suecia, por mencionar algunos, y se han convertido en la columna vertebral de la mayor parte de los sistemas económicos desarrollados. En comparación con las formas más tradicionales de empresas basadas en conocimiento, los determinantes del valor de mercado de empresas tecnológicas son menos entendidos, más volátiles y más difíciles de medir.

Las empresas de base tecnológica integran en forma intensiva la innovación, el espíritu empresarial y el desarrollo tecnológico, y juegan un papel muy importante en el crecimiento económico de un país, así como en el desarrollo económico y social en las regiones donde se establecen. Y el capital de riesgo ha jugado un papel importante en la creación y el desarrollo de nuevas empresas de base tecnológica. Cabe señalar que desde sus inicios, la industria de capital de riesgo ha estado relacionada con empresas de base tecnológica y de alto crecimiento, y ha sido una buena fuente de financiamiento para las etapas tempranas de estas empresas, que son etapas en que las empresas están constituidas en su mayoría por activos intangibles y tienen altos niveles de incertidumbre y riesgo.

Las empresas de base tecnológica pueden ser clasificadas en alguno de los siguientes sectores tecnológicos: medicina y biotecnología, alimentos, telecomunicaciones, tecnologías de información (computación y software), electrónica, energía, tecnología ambiental, automatización y robótica, nuevos materiales, industrias aeronáutica y aeroespacial, nanotecnología y materiales inteligentes, y tecnologías de transporte (adaptado de Wolf, 2001).

Para el caso de este estudio, a través de entrevistas previas al inicio del período de encuesta, se identificó y propuso la siguiente clasificación: comercio electrónico, servicios en Internet, electrónica y hardware para cómputo, desarrollo de software, multimedia y entretenimiento, comunicaciones y redes inalámbricas, biotecnología, medicina y salud, bioinformática, y energía y tecnología ambiental, con opción de ser agregados otros sectores, como fue el caso de sistemas de seguridad.

## Capital de riesgo

La importancia del capital de riesgo radica en que se ha enfocado en sus orígenes primordialmente a empresas tecnológicas. Sólo en Estados Unidos, el capital de riesgo ha sido una fuente de financiamiento por más de 40 años. Más aún, las empresas más grandes de tecnología han comenzado con financiamiento de capital de riesgo y como ejemplos están Microsoft, Apple Computer, Intel, 3Com, Fairchild Semiconductors, Scientific Data Systems, Sun Microsystems, Netscape, Yahoo, Federal Express, Compaq, Genentech y Digital Equipment Corporation, por mencionar algunos. Se ha observado en años recientes que la región de Québec, en Canadá, ha gozado de un desarrollo admirable en sus industrias de capital de riesgo y empresas de alta tecnología, industrias altamente interdependientes, a tal grado que se le ha considerado un buen lugar para la inversión y con alto nivel de vida para los trabajadores de empresas de base tecnológica.

Las inversiones de capital de riesgo son inversiones de largo plazo (entre cinco y ocho años) con participación activa de los inversionistas y proveen capital que las instituciones financieras convencionales normalmente no brindan debido al alto riesgo, y por falta de activos tangibles que ofrezcan garantías. Además de capital, el inversionista de

capital de riesgo y el "inversionista ángel" o inversionista independiente<sup>2</sup> profesionales (*venture capitalist* y *business ángel*, respectivamente) proveen asesoría de negocios y redes sociales de apoyo. Usualmente forman parte del consejo de administración de la nueva empresa.

### Nuevas empresas de base tecnológica

Las nuevas empresas de base tecnológica son empresas jóvenes, que intentan comercializar una tecnología por primera vez y esperan obtener ventaja competitiva de ella. Las primeras etapas de desarrollo de una empresa son conocidas como etapas tempranas: semilla, inicial y primera etapa. En cada una de estas etapas tienen necesidades específicas tanto de habilidades como de capital (Bachher y Guild, 1996):

**Etapas:** Etapa semilla: Financiamiento para probar un concepto y típicamente usarlo para desarrollar un prototipo.

**Etapas:** Etapa inicial: Financiamiento para desarrollar un producto y la comercialización inicial. Son empresas que pudieran estaren proceso de organización y aún no comercializan con sus productos.

**Etapas:** Primera etapa: Financiamiento para compañías que han agotado su capital inicial y han comenzado a vender su producto que, sin embargo, requieren fondos para iniciar una producción comercial y ventas a mayor escala.

### Oportunidades

Se visualiza al siglo XXI como el "siglo del emprendedor" (Smilor, 1997), con nuevas áreas de oportunidad que los emprendedores podrán explorar. Algunas de estas oportunidades se encuentran en: bioingeniería, genómica, comunicaciones inteligentes personales, redes digitales, software personalizado, cultivo biointensivo, servicios interactivos de telecomunicaciones, dispositivos de acceso a Internet y nuevas herramientas de productividad más pequeñas y más rápidas.

En nuestro país encontramos muestras de un elevado espíritu empresarial. *Global Entrepreneurship Monitor 2002* coloca a México en octavo lugar por su actividad empresarial total dentro de una lista de 37 países (Reynolds et al, 2002). Lo anterior significa que nuestro país tiene un gran potencial de creación de nuevos negocios, aunque por ahora la mayor parte de los emprendedores se concentran en empresas de bajo valor agregado.

También es importante considerar que en México existe creación de conocimiento y desarrollo de tecnología. En años recientes se han detectado oportunidades donde nuestro país es competitivo y en algunos casos estas oportunidades se las ha considerado históricas. También comienzan a verse cambios en cuanto a incentivos fiscales, programas de gobierno e iniciativas para aligerar la regulación para fomentar inversiones de alto riesgo en empresas de alto valor agregado, también para el caso de base tecnológica. Al aumento del interés de parte de la sociedad e instituciones de fomento empresarial por participar en sectores de alto valor agregado, sectores estratégicos del mercado interno y empresas de base tecnológica, se suman iniciativas que desean construir una industria de capital de riesgo en México que incluya el financiamiento desde la etapa semilla.

## Resultados

Se identificaron por nombre a 26 fondos, capital de riesgo, capital privado y un inversionista ángel, operando en México, la mayor parte concentrada en Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. Se recibieron comentarios de varios fondos, que indican que sus actividades estaban dirigidas a otros sectores industriales o que la modalidad de inversión que realizaban era distinta a la planteada en el estudio. Las respuestas provienen de seis firmas de capital de riesgo, una institución de gobierno y un inversionista independiente.

Dentro de los principales resultados se pueden mencionar algunos:

- Se encontró que los fondos de capital de riesgo financian propuestas en los sectores tecnológicos propuestos y adicionalmente en sistemas de seguridad. Se presenta una preferencia por sectores de servicios y aplicaciones de software, multimedios y comunicaciones. Es interesante observar que en sectores de uso intensivo de tecnología, bioinformática y biotecnología, también existen fondos. Esto confirma que en México existen oportunidades de financiamiento y desarrollo de empresas denominadas de *alta tecnología* debido al uso intensivo de tecnología.
- Existe una notable preferencia de la mayor parte de los fondos por las etapas tardías de madurez de una empresa y en la última de las tres etapas tempranas, la primera etapa. Por otra parte, hay fondos que se enfocan en primera instancia en la etapa semilla.
- Los planes de negocio convencionales comúnmente escritos para propuestas de proyectos que ofrecen productos y/o servicios que no son de base tecnológica no cumplen con la información que requiere un inversionista de capital de riesgo para evaluar un proyecto de base tecnológica.
- El acceso a inversionistas de capital de riesgo es principalmente a través de otros inversionistas, de amigos y conocidos de ellos, quienes les hacen llegar las propuestas de negocio.
- Los criterios más relevantes para decidir invertir en una propuesta son: la confianza que inspira el emprendedor, el conocimiento y la experiencia del emprendedor, el potencial de ventas del producto, el crecimiento potencial del mercado y el nicho de mercado.
- Las áreas en la cuales se espera que los emprendedores tecnológicos tengan mayor conocimiento, habilidades y experiencia son: evaluación de tecnología, comercialización, dirección estratégica y finanzas.
- El estimado de fondos de capital de riesgo que financian proyectos de base tecnológica en el país es alrededor de una docena. Dos inversionistas dijeron estimar que hay de uno a tres fondos de capital de riesgo que financian proyectos tecnológicos; tres dijeron que entre cuatro a siete; dos, entre ocho y once; y uno, no contestó.
- Algunas de las principales limitantes identificadas para el desarrollo de empresas tecnológicas y una industria de capital de riesgo para empresas tecnológicas están relacionadas con la

masa crítica de emprendedores, la experiencia de negocio de emprendedores jóvenes, el marco regulatorio y fiscal y los trámites tanto para la inversión de capital de riesgo como para la constitución de empresas de base tecnológica. Otras limitantes encontradas fueron la cantidad de propuestas de proyectos novedosos y competitivos internacionalmente, las formas de salida de inversiones, el número de fondos de capital de riesgo y los modelos de incubación de empresas. Un elemento adicional por considerar es que los términos *capital de riesgo (venture capital)* y *capital privado (private equity)*, junto con el modelo de financiamiento con participación activa de los inversionistas, son poco conocidos.

### Conclusiones

El financiamiento de capital de riesgo para empresas tecnológicas en etapas tempranas en el país es escaso, tanto en el número de fondos que están actualmente operando en el país como en el número de inversiones que estos fondos realizan. La mayoría de estos fondos dedicados a financiar empresas tecnológicas en etapas tempranas tienen pocos años operando en el país. Sin embargo, los resultados también indican que la actividad se está incrementando.

La aplicación de emprendedores en las áreas de oportunidad identificadas haría posible escribir un plan de negocio que contenga la información esperada por inversionistas y evaluadores; y también desarrollar el conocimiento, las habilidades y las capacidades que demanda la creación y permanencia de una empresa tecnológica competitiva.

Quizá la situación actual de la inversión de capital de riesgo en nuevas empresas de base tecnológica en nuestro país sea una imagen de los inicios de una naciente industria de capital de riesgo. Lo anterior significa que hay mucho por hacer en temas de regulación, desarrollo de capital humano, por mencionar algunos, con el objetivo de fomentar y facilitar el desarrollo de esta industria, incluyendo algunas características especiales para las inversiones en empresas tecnológicas.

Se han presentado evidencias que demuestran que México tiene buenas oportunidades para construir una cultura empresarial tecnológica, y una razón adicional, muy importante para hacerlo, que todos los inversionistas participantes en este estudio, quienes tienen capital, experiencia y voluntad para invertir en empresas de base tecnológica, perciben que México ofrece buenas oportunidades para que estas empresas se desarrollen. Es importante hacer la aclaración que los participantes en este estudio no son la población total de inversionistas que operan en México, pero pueden dar una fuerte evidencia al estar directamente involucrados en el financiamiento y el desarrollo de empresas tecnológicas en el país. 

### Notas:

1. *Inversionista ángel*: Persona adinerada que invierte en empresas jóvenes, empresas en etapas tempranas, y también se les conoce como inversionistas independientes o informales. Estos inversionistas normalmente desempeñan los mismos roles y tareas que los inversionistas de capital de riesgo, con la diferencia que el dinero que aportan es el propio. (*Business ángel* o *ángel investoe*).
2. *Inversionistas de capital de riesgo*: Inversionistas relacionados con fondos o firmas de capital de riesgo, fondos formales, quienes evalúan oportunidades de inversión y, en caso de financiar una propuesta, se involucran activamente en las empresas para fortalecer el crecimiento de estas empresas con apoyo en administración, planeación y mercadeo estratégicos. (*Venture capitalist*).

### Bibliografía

Bachher, J. y Guild, P. (1996). "Financing early stage technology based companies: investment criteria used by investors", *Frontiers of entrepreneurship*. Babson College.

Díaz de León L., E. (2001). "Toward an expert assessment of intangibles in technology-based new ventures". Tesis de Doctorado en Ciencias de Administración. Universidad de Waterloo. Waterloo, Ontario, Canadá.

Kaul, V. K. (2002). "Knowledge management and innovation in technology-based small and medium sized enterprises". *Management Research News*, Patrinton; 2002; Vol. 25, Iss. 8-10; pg. 102, 5 pgs.

PEDE (2002). Presidencia Española de la Unión Europea. "Las claves del crecimiento futuro: Innovación y empresa". Enero 2002, España.

Reynolds, P.D.; Camp, S.M.; Bygrave, W.D.; Autio, E.; Hay, M. (2002). "Global Entrepreneurship Monitor Executive Report 2002". United Nations Association of the United States of America and Business Council for the United Nations, 2002. EUA.

Smlor, R.W. (1997). "Entrepreneurship in the next century: Where will venture capitalists find their next pearl?". *Journal of Private Equity*, Vol. 1, No. 2, Winter 1997.

Wolff, M. F. (2001). "Innovation and competitiveness among EU goals for knowledge economy. Perspectives". *Research-Technology Management*. Nov-Dec.

Publicaciones del estudio:

Libro:

*International Series on Technology Policy and Innovation: Connecting People, Ideas, and Resources across Communities*

Learning from case studies (Chapter 19): "Venture Capital Investments on New Technology-Based Ventures in México". *IC<sup>2</sup> (Innovation, Creativity & Capital) Institute (USA) & Center for Innovation, Technology and Policy Research (Portugal)*. Published by Purdue University Press (USA), July 2003.

Conferencia:

7<sup>o</sup>. International Conference on Technology Policy and Innovation  
"Study of the Situation of Venture Capital Investments on New Technology-Based Ventures in México". Monterrey, June 2003.

---

Carlos Alberto Góngora Caamal obtuvo la Maestría en Administración de Tecnologías de Información con especialidad en Administración de Conocimiento y concentración en Estrategia del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey en julio de 2003. Ha sido huésped del Centro de Sistemas de Conocimiento desde septiembre de 2002 para la realización del presente estudio y colaborador en la Cátedra de Investigación para el Desarrollo de Nuevos Negocios de Alto Valor Agregado y Empresarios de la Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (EGADE). Correo electrónico: carlosagc@exatec.itesm.mx

El asesor de este estudio fue el Dr. Enrique Díaz de León López, profesor de la EGADE del Campus Guadalajara del Tecnológico de Monterrey. Correo electrónico: ediazdeleon@itesm.mx

## Inteligencia de negocios: Detonador de la innovación

*Gilberto Olavarrieta*



Actualmente se está viviendo uno de los cambios más significativos en la economía mundial: La transición de la economía tradicional a la llamada *nueva economía*. Innovadoras formas de creación de valor están emergiendo en todo el mundo, y las naciones que han enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de las capacidades que esta nueva economía demanda son aquellas que han tenido los crecimientos económicos más importantes en los últimos años.

Por ejemplo, el caso de Corea del Sur, país que hace unas décadas se consideraba como una economía de menor importancia comparada con la de México, ha logrado multiplicar la generación de riqueza gracias a los adelantos tecnológicos con los que cuenta actualmente. Si analizamos el crecimiento y el desarrollo de nuestro país comparado con el asiático, encontraremos que la innovación ha jugado un papel muy importante. Los sudcoreanos han logrado crear más "valor" con sus recursos, ya sean tangibles o intangibles. Este diferencial positivo de valor se sustenta en los beneficios adquiridos como resultado de la investigación y el desarrollo que han tenido empresas sudcoreanas tales como DaeWooy Samsung, por citar algunos ejemplos solamente.

### La nueva economía

La *nueva economía*, a diferencia de la tradicional, se basa en la creación de valor mediante el uso y explotación de bienes intangibles como el conocimiento. Esto quiere decir que los productos y servicios de la nueva economía "valen" por lo que saben quienes los fabrican (bien intangible) y no solamente por el material del cual están hechos (bien tangible).

Por ejemplo, si una empresa mexicana exporta una canasta de aguacates de 20 kgs a \$200.00, el precio establecido está directamente relacionado con la materia involucrada y sus características físicas. Por otro lado, si DaeWoo exporta un horno de microondas de 20 kgs a \$ 1,000.00, lo que está vendiendo en realidad no es la materia prima del horno (aluminio, plástico, circuitos, conductores, etc.) sino la tecnología y el conocimiento para fabricar este electrodoméstico.

El caso anterior podría parecer muy simplista, pero es alarmante conocer cifras que demuestran que el precio promedio de 1 kg de productos de exportación mexicana es inferior a \$ 1.00 USD, mientras que el de los sudcoreanos es superior a \$ 10.00 USD. Si analizamos

las causas de este gran diferencial en precio, encontraremos que Corea del Sur ha sustentado su desarrollo económico en el desarrollo tecnológico que aplican en sus productos y servicios para generar valor basado en conocimiento.

Esta nueva forma de generar "valor", basado en intangibles o en el conocimiento, representa muchas ventajas. Por una parte, la fuente es innagotable y exponencial; es decir entre más se usa el conocimiento, más valor puede generar y más oportunidades se presentan para generar nuevo conocimiento. Esto se contrapone a las materias primas tangibles, las cuales se desgastan con el uso, y dado que son recursos limitados, sus consumidores compiten por su explotación. Estas ventajas se han convertido en los pilares de las economías más desarrolladas del mundo y cualquier país que quiera ser competitivo en las arenas globales deberá enfocar sus esfuerzos en esa dirección.

### Innovación

El papel que juega la innovación en la nueva economía es fundamental. La innovación representa la producción de conocimiento aplicado para generar nuevas formas de "valor", las cuales generan ventajas competitivas y crecimiento económico. La innovación es generada por las personas que pertenecen a una organización: es la combinación de capacidades, conocimiento, experiencia, creatividad y comunicación. La administración del conocimiento (o knowledge management) surge como una ciencia que estudia, entre otras cosas, esta combinación de elementos.

La innovación se puede dar en las organizaciones con diferentes matices y enfoques; por ejemplo, existe la innovación tecnológica, la innovación social, la innovación administrativa y la innovación de proceso. Cada una de ellas se puede presentar de manera aislada o combinada.

Innovación tecnológica: Es el resultado de la investigación y el desarrollo científico. La aplicación de una o varias ramas de la ciencia dan como resultado una nueva forma de producir o hacer las cosas. Por lo general, es la que más recursos económicos necesita y requiere más tiempo para su generación.

**Innovación social:** Está relacionada con la forma de organizar a las personas, cómo motivarlas, cómo lograr que se comuniquen e interactúen de una mejor forma. Los valores y la cultura organizacional pueden ser elementos fundamentales para la creación de "valor". Esta innovación la generan los líderes de las organizaciones.

**Innovación administrativa:** Surge cuando se encuentra una nueva forma de gestionar el negocio o la organización; hacer más eficiente la función de planeación, control, y presupuesto; o bien, descubrir nuevas formas de interactuar con otras organizaciones; también involucra aspectos financieros. Esta innovación es generada por los administradores o consultores de la organización.

**Innovación de proceso:** Este tipo de innovación trae como consecuencia mejoras en un proceso productivo, resultado de la optimización mediante cambios pequeños en la forma de hacer las cosas. Comparada con la innovación tecnológica, su impacto es menor, así como los tiempos y costos involucrados. Esta innovación es generada por el personal de la organización que conoce el proceso y/o por consultores.

## Inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios, o *business intelligence*, se puede definir como el esfuerzo intencional por obtener información interna y del entorno, que es de interés para una organización en general. El objetivo principal es que con esta información los tomadores de decisiones de la organización sean más acertivos. Desde los inicios de la inteligencia de negocios hasta la actualidad el concepto ha ido evolucionando en paralelo a las nuevas tecnologías y descubrimientos científicos.

En sus inicios, la inteligencia de negocios se denominaba *inteligencia competitiva (competitive intelligence)*. En esa época, los ex-agentes de las corporaciones de investigación, FBI, CIA e investigadores privados eran los expertos en la materia. El concepto de *inteligencia* giraba alrededor del espionaje industrial, la obtención de información confidencial y el rastreo de papelería importante de la competencia, todo aquello que nos pudiera decir lo que "no debemos" saber.

Posteriormente, con el "boom" de la informática, la inteligencia de negocios tomó un nuevo rumbo y se enfocó en la información interna del negocio. En esos momentos, las empresas contaban con una cantidad enorme de datos en sus computadoras, bases de datos de clientes, de ventas, de inventarios, etc.. Los profesionales de la informática tomaron prestado el concepto de *inteligencia de negocios* y lo transformaron en una herramienta para soportar la toma de decisiones de negocio.

En esta época surgieron nuevos modelos para ordenar datos, tales como los conceptos de *datawarehouse* (almacén de datos) y *datamart* (tienda de datos). Con estos modelos se trata de concentrar toda la información del negocio y poder presentarla en formatos consolidados, comparables y que faciliten la toma de decisiones.

Este concepto de Inteligencia de Negocios Informático ha tenido mucho éxito y ha sido la respuesta a los problemas de consolidación de información y uniformidad de reportes. Sin embargo, la diferencia

entre el concepto original de inteligencia radica en que la información que proporcionan los modelos informáticos se basa en datos internos de la organización. Si bien es muy importante conocerse a uno mismo (datos internos de la organización) es mucho más importante conocer el entorno (datos de las entidades externas a la organización).

Hace un par de años, se desarrolló un nuevo concepto de Inteligencia de Negocios en el Centro de Sistemas de Conocimiento, CSC, en el Campus Monterrey. Esta nueva propuesta representa el enfoque de Administración de Conocimiento de Inteligencia de Negocios y en ella se retoma el sentido original: la preocupación de conocer el entorno para poder tomar las mejores decisiones. Los fundamentos de este nuevo concepto están plasmados en el Modelo de Inteligencia Externa de Negocios de 360° del mismo CSC.

La inteligencia de negocios, vista desde el Modelo de Inteligencia Externa de Negocios de 360°, se compone de tres procesos dentro de la organización: percepción del entorno, procesamiento de la información y actuación en consecuencia. Para considerar a una organización como inteligente es necesario que se cumpla todo el ciclo. Según este enfoque, se consideran negocios no-inteligentes a los que toman decisiones sin tomar en cuenta el entorno, o a los que conocen el entorno pero no actúan en consecuencia, o a los que cuentan con la información pero no la analizan ni la interpretan de manera adecuada.

El Modelo de Inteligencia Externa de Negocios de 360° monitorea constantemente a cinco entidades externas de suma importancia para la organización: clientes, mercado, tecnología, proveedores y competidores. Para cada una de estas entidades, se lleva a cabo un proceso de 360°, el cual inicia con la alineación del negocio, es decir, conocer qué es lo que realmente agrega valor al negocio, y posteriormente la definición de las decisiones que se deben tomar, la identificación de las fuentes de información necesaria, la selección de estrategia de obtención de información, la integración de la información, la validación de la información, el análisis de la información, la toma de decisiones y, por último, la valoración y ajuste.

El Modelo de Inteligencia Externa de Negocios de 360° es más completo que los de enfoque meramente informático, puesto que incluyen en sus tableros de control variables exógenas. Para tomar una mejor decisión al fijar el precio de un producto, se requiere conocer cuánto han comprado los clientes, pero más allá de este dato se requiere conocer el precio al cual lo ofrece la competencia, las ventajas y desventajas competitivas y, sobre todo, saber qué piensa y siente el cliente al respecto.

Es importante resaltar que para la administración del conocimiento los individuos forman parte del capital humano, uno de los más valiosos de la organización. El objetivo NO es hacer sistemas que piensen por las personas. La gente es y seguirá siendo un factor fundamental. Lo que se pretende es que con estos modelos y herramientas, las personas puedan tener una percepción más completa de la realidad y utilicen su creatividad en la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrentan. Lo importante de la inteligencia de negocios de administración del conocimiento es ofrecer esta percepción; el análisis y la toma de decisiones seguirán siendo tareas del capital humano.

## Conclusión

Peter Drucker, al igual que otros gurús de la innovación, sostiene en sus obras la importancia de la sistematización en el proceso de innovación. Muchas empresas han innovado empíricamente por instinto de supervivencia, por diversión o por casualidad, pero en esta nueva economía es imperante buscar la innovación intencional y sistemáticamente. Hay personas que por naturaleza están dotadas de una capacidad física para practicar algún deporte, pero para aquellos que quieren destacar en algún deporte intencionalmente, se han desarrollado múltiples modelos y métodos para ayudarlos a ser competitivos con base en el entrenamiento. Las organizaciones que quieran ser competitivas en la actualidad y en el futuro deberán incluir en sus planes algún modelo sistemático de innovación.

Por otro lado, Drucker analiza también la importancia del enfoque y planteamiento de objetivos en la sistematización de la innovación. Si se busca innovar por metodología, es importante saber en qué se requiere la innovación. Es aquí en donde la inteligencia de negocios de administración del conocimiento juega un papel articulador en la

innovación. Por ejemplo, si el resultado de dicha inteligencia es la percepción de que el cliente busca un producto más compacto, por ejemplo, una cámara de video, esto da la pauta para iniciar un proceso creativo de innovación en la miniaturización de los componentes del producto que el negocio ofrece. Por otro lado, si se percibe que lo que el cliente busca es seguridad en el producto, los esfuerzos de innovación tendrán que ser dirigidos a la búsqueda de productos más confiables, o cambios en los procesos administrativos que permitan ofrecer garantías más extensas, promociones, publicidad, "vender" un concepto o sentimiento, entre otros.

Es de suma importancia que en México adoptemos una filosofía innovadora y apliquemos la inteligencia de negocios como palanca del desarrollo económico y social. Con estos esfuerzos sistemáticos y dirigidos podríamos recuperar el terreno perdido en la economía global. No podemos ignorar que los norteamericanos, europeos y asiáticos ya llevan un largo camino recorrido en la generación de valor basado en conocimiento. Cuanto antes empecemos, será mejor.

---

*Gilberto Olavarrieta obtuvo la Maestría en Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, en 2001. El profesor de cátedra del Centro de Sistemas de Conocimiento. Correo electrónico: gilberto.olavarrieta@itesm.mx*

# BIOTECNOLOGÍA

## Expansión de células madre provenientes de la médula ósea

*Martha Margado y Alberto Siller*

Las células madre o SCs (por las siglas en inglés de stem cells) son capaces de dividirse y diferenciarse en células de diversos tejidos. Las aplicaciones de las SCs en terapia celular son variadas, ya que estas células pueden reemplazar a células perdidas por enfermedades de tipo degenerativo como el Parkinson, diabetes, enfermedades cardíacas crónicas, fallo renal y hepático y cáncer, entre otras. A la fecha, el trasplante de órganos representa una alternativa de tratamiento, pero las complicaciones de disponibilidad de órganos, donantes y la compatibilidad entre donador y paciente han promovido el desarrollo de nuevas estrategias, como la de terapia celular.

La terapia celular se basa en el uso de SCs cultivadas *in vitro* (en el laboratorio), donde se induce su reproducción o expansión. Cualquier célula madre de los tejidos antes expuestos puede funcionar pero las denominadas mesenquimales MSCs (por las siglas en inglés de mesenchymal stem cells), provenientes de la médula ósea, se prefieren dada su accesibilidad y potencial de diferenciación.

Las células AMSCs se cultivan en condiciones que les permiten retener el potencial de diferenciación para posteriormente inducir su diferenciación en células de múltiples linajes como osteoblastos (de los huesos), adipocitos (células de grasa), condrocitos (de cartilago), mioblastos y cardiomiocitos (del corazón), células endoteliales (de los

vasos sanguíneos) y células progenitoras del sistema nervioso, entre otras.

Un cultivo *in vitro* debe mantenerse bajo rigurosas condiciones de cultivo e incubación. Cuando las células se expanden en condiciones inadecuadas pierden la capacidad de proliferación y el potencial de diferenciación lo que las hace inadecuadas para su posterior uso en terapias celulares. Por lo tanto, para propósitos experimentales y clínicos, es crucial controlar un gran número de variables y parámetros durante el proceso de expansión celular o cultivo *in vitro* de MSCs.

En el Centro de Expansión y Escalamiento de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey, se está trabajando en el proceso de aislamiento y expansión de células MSCs a partir de médula ósea.

El proceso de aislamiento y expansión inicia con la toma de muestra de médula ósea (Figura 1a). Para conservarla reproducibilidad del protocolo, es importante que el especialista tenga un método estandarizado de extracción para asegurar la calidad de las muestras. A partir de este paso, el manejo de la muestra deberá llevarse a cabo bajo un estricto control sanitario y de registro.

## Conclusión

Peter Drucker, al igual que otros gurús de la innovación, sostiene en sus obras la importancia de la sistematización en el proceso de innovación. Muchas empresas han innovado empíricamente por instinto de supervivencia, por diversión o por casualidad, pero en esta nueva economía es imperante buscar la innovación intencional y sistemáticamente. Hay personas que por naturaleza están dotadas de una capacidad física para practicar algún deporte, pero para aquellos que quieren destacar en algún deporte intencionalmente, se han desarrollado múltiples modelos y métodos para ayudarlos a ser competitivos con base en el entrenamiento. Las organizaciones que quieran ser competitivas en la actualidad y en el futuro deberán incluir en sus planes algún modelo sistemático de innovación.

Por otro lado, Drucker analiza también la importancia del enfoque y planteamiento de objetivos en la sistematización de la innovación. Si se busca innovar por metodología, es importante saber en qué se requiere la innovación. Es aquí en donde la inteligencia de negocios de administración del conocimiento juega un papel articulador en la

innovación. Por ejemplo, si el resultado de dicha inteligencia es la percepción de que el cliente busca un producto más compacto, por ejemplo, una cámara de video, esto da la pauta para iniciar un proceso creativo de innovación en la miniaturización de los componentes del producto que el negocio ofrece. Por otro lado, si se percibe que lo que el cliente busca es seguridad en el producto, los esfuerzos de innovación tendrán que ser dirigidos a la búsqueda de productos más confiables, o cambios en los procesos administrativos que permitan ofrecer garantías más extensas, promociones, publicidad, "vender" un concepto o sentimiento, entre otros.

Es de suma importancia que en México adoptemos una filosofía innovadora y apliquemos la inteligencia de negocios como palanca del desarrollo económico y social. Con estos esfuerzos sistemáticos y dirigidos podríamos recuperar el terreno perdido en la economía global. No podemos ignorar que los norteamericanos, europeos y asiáticos ya llevan un largo camino recorrido en la generación de valor basado en conocimiento. Cuanto antes empecemos, será mejor.

---

*Gilberto Olavarrieta obtuvo la Maestría en Administración de Tecnologías de Información del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, en 2001. El profesor de cátedra del Centro de Sistemas de Conocimiento. Correo electrónico: gilberto.olavarrieta@itesm.mx*

# BIOTECNOLOGÍA

## Expansión de células madre provenientes de la médula ósea

*Martha Margado y Alberto Siller*

Las células madre o SCs (por las siglas en inglés de stem cells) son capaces de dividirse y diferenciarse en células de diversos tejidos. Las aplicaciones de las SCs en terapia celular son variadas, ya que estas células pueden reemplazar a células perdidas por enfermedades de tipo degenerativo como el Parkinson, diabetes, enfermedades cardíacas crónicas, fallo renal y hepático y cáncer, entre otras. A la fecha, el trasplante de órganos representa una alternativa de tratamiento, pero las complicaciones de disponibilidad de órganos, donantes y la compatibilidad entre donador y paciente han promovido el desarrollo de nuevas estrategias, como la de terapia celular.

La terapia celular se basa en el uso de SCs cultivadas *in vitro* (en el laboratorio), donde se induce su reproducción o expansión. Cualquier célula madre de los tejidos antes expuestos puede funcionar pero las denominadas mesenquimales MSCs (por las siglas en inglés de mesenchymal stem cells), provenientes de la médula ósea, se prefieren dada su accesibilidad y potencial de diferenciación.

Las células AMSCs se cultivan en condiciones que les permiten retener el potencial de diferenciación para posteriormente inducir su diferenciación en células de múltiples linajes como osteoblastos (de los huesos), adipocitos (células de grasa), condrocitos (de cartilago), mioblastos y cardiomiocitos (del corazón), células endoteliales (de los

vasos sanguíneos) y células progenitoras del sistema nervioso, entre otras.

Un cultivo *in vitro* debe mantenerse bajo rigurosas condiciones de cultivo e incubación. Cuando las células se expanden en condiciones inadecuadas pierden la capacidad de proliferación y el potencial de diferenciación lo que las hace inadecuadas para su posterior uso en terapias celulares. Por lo tanto, para propósitos experimentales y clínicos, es crucial controlar un gran número de variables y parámetros durante el proceso de expansión celular o cultivo *in vitro* de MSCs.

En el Centro de Expansión y Escalamiento de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey, se está trabajando en el proceso de aislamiento y expansión de células MSCs a partir de médula ósea.

El proceso de aislamiento y expansión inicia con la toma de muestra de médula ósea (Figura 1a). Para conservarla reproducibilidad del protocolo, es importante que el especialista tenga un método estandarizado de extracción para asegurar la calidad de las muestras. A partir de este paso, el manejo de la muestra deberá llevarse a cabo bajo un estricto control sanitario y de registro.

Posteriormente, para recuperar en forma efectiva las MSCs se procede al aislamiento de células mononucleadas (entre las que se encuentran las MSCs) del resto de los componentes de la médula ósea (Figura 1 b). Se estima el número de células obtenidas (Figura 1 c) y la fracción de células mononucleadas es sometida al proceso de cultivo en un medio propicio y condiciones adecuadas (Figura 1 d).

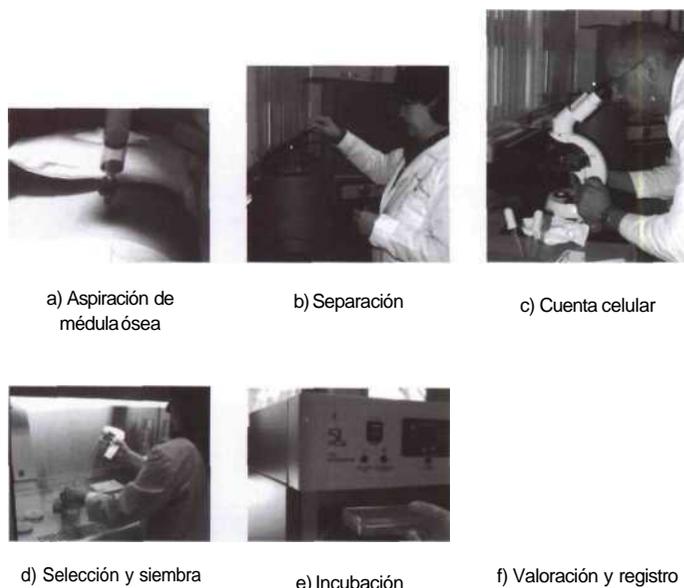


FIGURA 1. ACTIVIDADES DEL PROCESO DE EXPANSIÓN *in vitro* DE CÉLULAS MSCs PROVENIENTES DE MÉDULA ÓSEA

Las células mononucleadas se cultivan en placas o cajas de Petri en un medio y condiciones específicas durante 12 a 14 días para inducir la proliferación de MSCs (Figura 1e). Durante este lapso las células de interés crecen adheridas al fondo de la placa hasta que saturan la superficie (confluencia). Las placas son lavadas para eliminar las células en flotación. Las células que quedan adheridas son desprendidas enzimáticamente y re-sembradas en placas nuevas con medio de cultivo fresco para inducir una nueva confluencia. Después de la segunda re-siembra se revisan minuciosamente los cultivos al microscopio para valorar y registrar la evolución de los cultivos (Figura 1f).

En la siguiente Figura (2) se muestra la imagen de los cultivos de células confluentes obtenidas.



Células confluentes CD34 negativas, a los 9 días de cultivo

FIGURA 2. CÉLULAS ADHERENTES OBTENIDAS *in vitro*

Las MSCs poseen moléculas características en la superficie de su membrana que son negativas para el marcador CD34 (Huss, 2000). Con el fin de discriminar las células MSCs de las hematopoyéticas (células progenitoras de sangre), en los cultivos obtenidos en el laboratorio se realizó la prueba de los marcadores de moléculas de membrana (citometría de flujo, apoyados por la M.C. Isabel León).

A la fecha, al término de tres re-siembras (un mes aprox.) se ha obtenido una población celular en 120 placas, con aproximadamente 2.4 billones de células a partir de una muestra de 5 ml de médula ósea. Se ha comprobado que la proliferación celular es más rápida bajo condiciones de siembra a bajas concentraciones, con volúmenes reducidos de medio de cultivo y con un estrés inicial de suero bovino fetal, lo cual ha sido reportado previamente (Balducci, et al., 2003). El análisis de los marcadores de membrana indicó que las células son CD34 negativas, por lo que podemos afirmar que nuestros cultivos a partir de médula ósea son MSCs y, por lo tanto, con capacidad de diferenciarse en células de varios linajes.

El siguiente paso del Centro de Expansión y Escalamiento es turnar estas células al Centro de Caracterización y Diferenciación para su registro y caracterización por medio de técnicas moleculares y de marcadores diagnósticos. Posteriormente, mediante inductores específicos se establecerán las técnicas que permitan la diferenciación y la especialización de las MSCs en células como: cardiomiocitos, células epiteliales, células endoteliales, etc., para su posible aplicación clínica. 

## Bibliografía

- Balducci, E., Azzarello, G., Valenti, MT., Capuzzo, GM., Pappagallo, GL., Irene Pilotti, Ausoni, S., Barí, B., Rosetti, F., Sartori, D., Gappa A., Porcellini, A. and Vinante, O. 2003. "The Impact of Progenitor Enrichment, Serum, and Cytokines on the Ex Vivo Expansion of Mobilized Peripheral Blood Stem Cells: A Controlled Trial". *Stem Cells* 21:33-40.
- Huss, R. 2000. "Isolation of Primary and Immortalized CD34- Hematopoietic and Mesenchymal Stem Cells from Various Sources". *Stem Cells* 18:1-9.

Martha Alargado Munguía obtuvo el grado de Maestra en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental y Fermentaciones del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, en 1993. Es profesora investigadora de la Escuela de Graduados en Medicina (EGRAM)-Centro de Investigación y Extensión de Ciencias de la Salud (CIECS) del Campus Monterrey. Correo electrónico: mmorgado@itesm.mx

Alberto Siller realizó un posgrado en Hematología y Oncología Pediátrica con especialización en médula ósea en University of California at Los Angeles (UCLA) de 1989 a 1993. Es profesor adscrito a la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

## Factores críticos para la creación de telecentros que impulsen el desarrollo en comunidades rurales en México

*Agustín Mar Aconta y María del Socorro Marcos*



EN México existen muchas comunidades que no cuentan con una infraestructura suficiente para proporcionar los servicios básicos que sus habitantes necesitan, tales como educación, salud, agua potable; y los gobiernos destinan muy poco presupuesto para realizar obras que contribuyan al desarrollo de las mismas, lo cual genera un estancamiento y obliga a los habitantes a abandonar sus lugares de origen para buscar mejores fuentes de empleo (Talcón, 1990; Lorenzelli, 1998; Schteingart, 2000).

El rezago regional y rural es un problema que día a día se hace mayor sobre el contexto de la nueva economía, por lo que se requieren mejores estrategias por parte de los sectores público y privado para garantizar que todas las comunidades tengan la oportunidad de desarrollarse, así como también para fomentar que sus habitantes adquieran conocimientos, se actualicen y participen en la nueva era digital (Proenza, Bastidas-Buch y Montero, 2001).

Credé y Mansell (1998) consideran que actualmente las tecnologías de información y telecomunicaciones juegan un papel preponderante en el desarrollo de los países, dado que pueden generar nuevas formas de llevar educación, de intercambio comercial y de interconectar una sociedad civil, y que a su vez fomentan una cultura de información en beneficio de todos.

En este contexto, podemos comentar que en México existe un enorme atraso en materia tecnológica y de educación (Enríquez, 2000; Merchand, 2001), ya que las tecnologías de información son aprovechadas principalmente en las zonas urbanas. Lo anterior lleva a una marcada brecha digital entre los que tienen acceso a la información y los que no lo tienen (Soto, 2001; MS Organisation, 2001; Legard, 2001).

Con base en lo anterior se inició una investigación que tiene como objetivo encontrar un conjunto de factores críticos que deben considerarse para la creación de telecentros, cuyo propósito sea proveer el acceso a los servicios y la información que, por medio de las tecnologías de información y comunicación, impulsen el desarrollo social y económico en comunidades rurales de México.

"Los telecentros son locales compartidos que proveen acceso al público a tecnologías de información y comunicaciones para el desarrollo educacional, personal, social y económico, con la suposición que notada la gente en el mundo tiene acceso a un teléfono ni mucho menos a una computadora, servicio de fax o conexión a Internet" (Gómez, Hunt y Lamoureaux, 1999).

La metodología que se siguió para realizar esta investigación fue una metodología cualitativa, basada en la entrevista, la observación y el análisis de casos documentados bibliográficamente.

Se hizo uso de entrevistas individuales estructuradas con tres formatos de preguntas: el primero para personas de los sectores gubernamental y educativo; el segundo para personas que promocionan, administran y trabajan en los telecentros; y el último para usuarios de los telecentros. En total se entrevistaron a 29 personas.

Se empleó la observación en donde el investigador tiene un papel explícito, debido a que de esta manera el acceso a la información podía ser más rápido y se podría lograr una mayor interacción con los protagonistas de los telecentros. Se visitaron en total nueve telecentros, ocho de los cuales pertenecen al proyecto de los Centros Comunitarios de Aprendizaje (CCA), ubicados en áreas rurales y semiurbanas del sur de Nuevo León, y un kiosco cibernético ubicado en el municipio de San Pedro Garza García, Nuevo León.

Se buscaron documentos impresos y electrónicos, con el fin de fundamentar esta investigación; principalmente se analizó la información acerca de las entidades de estudio que por su ubicación geográfica no pudieron ser observadas directamente, como fue el caso de los telecentros de Los Altos de Morelos y de las plazas comunitarias del Consejo Nacional de Educación para la Vida y el Trabajo (CONEVYT).

La Figura 1 muestra gráficamente los instrumentos que se utilizaron para la investigación.

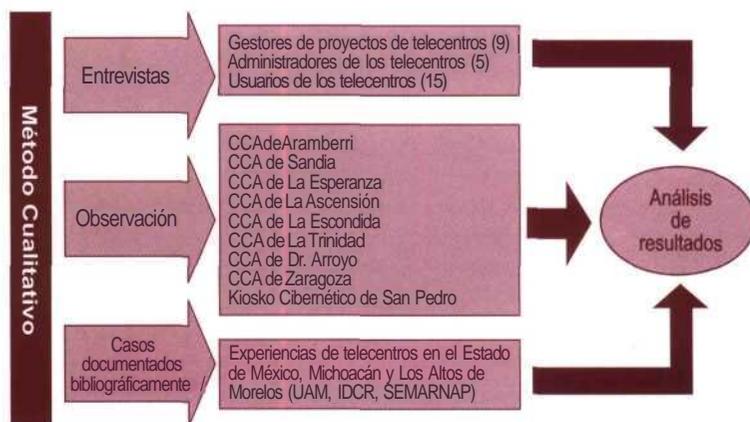


FIGURA 1. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las áreas de investigación tanto para las entrevistas como para la observación se centraron en los siguientes aspectos:

- a. Acceso a las tecnologías de información y comunicaciones en México
- b. Opinión de los telecentros como una alternativa para detonar el desarrollo en comunidades rurales
- c. Aspectos importantes para la creación de telecentros
- d. Principales problemas para la creación de telecentros
- e. Infraestructura tecnológica y servicios apropiados de un telecentro
- f. La normatividad de los telecentros.

Los dos grandes productos obtenidos de la investigación fueron los factores críticos de éxito para la apertura de telecentros en México y una lista de los obstáculos que se pueden presentar en este mismo proceso.

Los factores que se deben considerar al abrir telecentros son:

1. *La ubicación geográfica:* En este punto hay que considerar las condiciones orográficas del lugar, porque de ello depende el establecimiento de una infraestructura en telecomunicaciones; que sea un punto de encuentro entre varias comunidades para incrementar el número de personas beneficiadas; y las políticas poblacionales del lugar.
2. *Las características de la comunidad:* Es decir, que exista suficiente cantidad de personas para aprovecharlo; que sea una comunidad con interés en la tecnología; que exista paz social y política para garantizar su continuidad; y que el acceso a la tecnología sea a través del telecentro sin fines de lucro, ya que no sería conveniente competir por el ofrecimiento de servicios en comunidades atrasadas, cuando el objetivo principal es su desarrollo.
3. *El espacio físico donde se instalará:* Cuidar principalmente la seguridad, las condiciones ambientales y técnicas, así como lograr el permiso de las autoridades para instalar el telecentro. En este sentido pueden aprovecharse las instalaciones públicas ya existentes, como escuelas, bibliotecas, etc..
4. *El administrador del telecentro:* Se recomienda que sea una persona de la comunidad en donde se instalará el telecentro y que posea capacidad de liderazgo; que sea entusiasta, paciente, proactivo y, si es posible, que tenga conocimientos básicos de las tecnologías que se utilizarán, de lo contrario, que se le capacite.
5. *La infraestructura tecnológica:* Es una de las partes esenciales, dado que es la base para el buen funcionamiento técnico del telecentro. Es necesario cuidar aspectos como el abastecimiento eléctrico, las instalaciones, los equipos y los programas de computadora que se implementarán, así como proveer el acceso adecuado a Internet.
6. *Servicios y contenidos:* Se recomienda que por lo menos los telecentros provean comunicación a la comunidad con su entorno, que apoyen la educación ofreciendo cursos y que, además, fomenten el uso de servicios a través de Internet, como por ejemplo, trámite de documentos oficiales, servicios de salud en línea y comercio electrónico.
7. *Modelo del telecentro:* Se refiere a la estructura y orientación que tenga el telecentro. Como mínimo, el telecentro debe

tener computadoras conectadas a Internet, debe ser flexible para que se adapte a las necesidades de la comunidad y que, además, sea genérico para que pueda ser replicado en otras localidades y regiones del país.

8. *Promoción:* Se deben plantear estrategias de cómo atraer y retener a las personas para que continúen asistiendo al telecentro. En este tema el administrador juega un papel muy importante. Además, los servicios y contenidos que se ofrezcan deben inspirar la confianza y el interés de la comunidad.
9. *Sustentabilidad y financiamiento:* Se recomienda la participación de varias instituciones públicas o privadas para iniciar y sostener proyectos de esta índole, pero también es indispensable que el telecentro se inicie pensando en su propio autofinanciamiento; es decir, que el telecentro sea mantenido por la propia comunidad a través de los servicios y contenidos que éste ofrezca.

Por otra parte, los obstáculos que pueden presentarse al abrir un telecentro son los siguientes:

- Aspectos económicos, sobre todo en lo referente a su financiamiento.
- Aspectos técnicos, que involucran el abastecimiento eléctrico y la calidad de la conectividad.
- Aspectos de orden político y social, relacionados con caciquismos, grupos antagónicos, rechazo por parte del gobierno local y falta de disposición o apatía de la comunidad.
- Persona(s) adecuada(s) de la localidad para administrar el telecentro.

En conclusión, la obtención de los factores críticos para la apertura de los telecentros se realizó tomando en cuenta la finalidad que debe tener un telecentro y no el telecentro en sí; es decir, dado que el objetivo final de un telecentro es promover el desarrollo en lugares apartados de los focos urbanos, el estudio no se centró en buscar dichos factores limitando los telecentros a ser un recurso que sólo brinde servicios de cómputo y acceso a Internet, sino que se centró en su labor de desarrollo. En otras palabras, el producto de esta investigación fue obtenido basándose en el fin (desarrollo) y no en el medio (telecentro).

La consideración que sobre estos factores y obstáculos se haga será la clave para alcanzar los objetivos de desarrollo que se fijen en torno al telecentro en cuestión, ya que se garantizará la permanencia y utilidad del mismo, así como una mayor disponibilidad de parte de los sectores público, social y privado para financiar proyectos de esta índole. 

## Bibliografía

Credé, A., y Mansell, R. (1998). "Knowledge Societies in a Nutshell: Information Technology for Sustainable Development". Ottawa: IDRC, para la Comisión de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Enríquez, J. (2000). *El reto de México: Tecnología y fronteras en el siglo XXI. Una propuesta radical*. (Primera edición). México, D.F.: Planeta.

Gómez, R., Hunt, P., y Lamoureaux, E. "Telecentros en la mira: ¿Cómo pueden contribuir al desarrollo social?" [WWW]. International Development Research Centre, Canadá. PAN Networking, Junio 1999. URL: <http://www.idrc.ca/pan/chasquiSP.htm> (Accesado Noviembre 17, 2001).

Legard, D. "Digital Divide. Use IT to cut Global Poverty, says UN Report" [WWW]. *InterConnection*. Julio 13, 2001. URL: <http://www.interconnection.org/resources/itpoverty.htm>

Lorenzelli, M. (1998). "Economía y políticas sociales: los casos de la salud y la educación". IDRC/CRDI: CIID-Montevideo[WWW] Octubre 15, 1998. URL: <http://www.idrc.ca/lacroAoro/results/lorenzelli.html>

Merchand, H. (2001, Octubre). "eMexico, ¿Es o no es?". *Revista Poder*[WWW], URL: <http://www.revistapoder.com/NR/exeres/061B091E-E320-49EE-AOOB-4EB304993CCF.htm>

MS Organisation. "Acceso para los pobres: ligando la brecha digital". I. Lo *Revolución Digital y la brecha digital* [WWW]. MS, Junio 22, 2001.

Proenza, F.J., Bastidas-Buch, R., y Montero, G.. "Telecentros para el desarrollo socioeconómico y rural de América Latina y el Caribe" [Archivo FTP]. FAO-Centro de

Inversiones, UIT-Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones, BID-División de Programas Sociales. Febrero, 2001. URL: <http://WWW.iadb.org/ict4devAeIcentros/Telecentros.pdf>

ScheingartM. "Pobreza y alternativas de equidad social" [WWW], EICIID en la gestión del desarrollo urbano sostenible en América Latina: lecciones aprendidas y demandas de nuevos conocimientos. Montevideo, 6-7 de Abril de 2000. URL: <http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/scheingart.html>

Soto, R. "La brecha digital. Tamaño actual y perspectivas" [Archivo FTP]. Ginebra, Septiembre 2001. URL: <http://ecommerce.wipo.int/meetings/2001/conference/presentations/pdf/sotoplatero.pdf>

Talancón, J.H. (1990). "Pobreza rural". En F. Serrano Migallón (Ed.), *Margindad urbana y pobreza rural* (pp. 32-38). México, D.F.: Editorial Diana.

*Agustín Mar Acosta obtuvo la Maestría en Administración de Tecnologías de Información en el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey. Actualmente es profesionista de apoyo de la Dirección de Mercadotecnia y Comunicación de la Zona Metropolitana de Monterrey. Correo electrónico: amar@itesm.mx*

*María del Socorro Marcos obtuvo el Doctorado en Filosofía con especialidad en Asimilación de Tecnología de Información y Administración del Conocimiento del Tecnológico de Monterrey y de la Universidad de Glasgow, Escocia. Actualmente es profesora de la División de Ingeniería y Arquitectura. Correo electrónico: mmarcos@itesm.mx*

## INGENIERÍA

# Nanotecnología. Materiales para el Nuevo Milenio

*Alex Elías Zúñiga*

La nanotecnología está relacionada con el estudio de los fenómenos físicos que ocurren a escalas de longitud de una fracción de nanómetro hasta varios cientos de nanómetros. En terminología científica, para la medición de longitudes el prefijo *nano* significa una mil millonésima parte. Es en esta escala de longitud en donde los átomos y las moléculas interactúan entre sí formando combinaciones simples como las del agua o tan complejas como las que conforman la estructura molecular del ADN. Por lo tanto, la *nanotecnología* puede ser definida como todas aquellas acciones que se efectúan al nivel de los átomos o moléculas y que tienen implicaciones en el mundo real.

A la nanotecnología puede considerársele como área de investigación y desarrollo realmente multidisciplinaria ya que la investigación a la escala nano requiere del conocimiento de diversas disciplinas como física, química, electrónica, ciencia de los materiales, medicina, biología y demás.

El avance de la nanotecnología comenzó con el descubrimiento en japon de los nanotubos de carbón por S. Iijima en 1991 [1], Los nanotubos de carbón son arreglos moleculares 1/80,000 veces más delgados que el diámetro de un cabello humano o 10 veces el tamaño de un átomo de hidrógeno. Un nanotubo es una fibra hueca basada en la estructura molecular del carbono  $C_{60}$ . Específicamente, los nanotubos de carbono son estructuras de capa de grafito enrolladas en forma de hélice para formar un tubo que puede ser de una sola pared o bien multipared, como el que se muestra en la Figura 1.

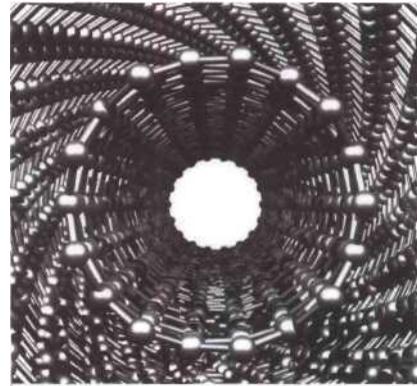


FIGURA 1. NANOTUBO DE DOBLE PARED  
FUENTE: THE INSTITUTE OF NANOTECHNOLOGY, 2002

Las ventajas tecnológicas de los nanotubos con respecto a otros materiales radican en que éstos tienen conductividad eléctrica semejante a la del cobre, conductividad térmica semejante a la del diamante con un módulo de Young hasta cinco veces mayor que la de este material y experimentan deformaciones elásticas de entre 5 y 10% antes de su ruptura. Electrónicamente, los nanotubos pueden actuar como aislantes, semiconductores o conductores, dependiendo de su grado de helicidad con la cual son generados. Además, tienen alta capacidad de emisión ya que son capaces de emitir electrones a

Legard, D. "Digital Divide. Use IT to cut Global Poverty, says UN Report" [WWW]. *InterConnection*. Julio 13, 2001. URL: <http://www.interconnection.org/resources/itpoverty.htm>

Lorenzelli, M. (1998). "Economía y políticas sociales: los casos de la salud y la educación". IDRC/CRDI: CIID-Montevideo[WWW] Octubre 15, 1998. URL: <http://www.idrc.ca/lacroAoro/results/lorenzelli.html>

Merchand, H. (2001, Octubre). "eMexico, ¿Es o no es?". *Revista Poder*[WWW], URL: <http://www.revistapoder.com/NR/exeres/061B091E-E320-49EE-A00B-4EB304993CCF.htm>

MS Organisation. "Acceso para los pobres: ligando la brecha digital". I. Lo *Revolución Digital y la brecha digital* [WWW]. MS, Junio 22, 2001.

Proenza, F.J., Bastidas-Buch, R., y Montero, G.. "Telecentros para el desarrollo socioeconómico y rural de América Latina y el Caribe" [Archivo FTP]. FAO-Centro de

Inversiones, UIT-Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones, BID-División de Programas Sociales. Febrero, 2001. URL: <http://WWW.iadb.org/ict4devAeIcentros/Telecentros.pdf>

ScheingartM. "Pobreza y alternativas de equidad social" [WWW], EICIID en la gestión del desarrollo urbano sostenible en América Latina: lecciones aprendidas y demandas de nuevos conocimientos. Montevideo, 6-7 de Abril de 2000. URL: <http://www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/scheingart.html>

Soto, R. "La brecha digital. Tamaño actual y perspectivas" [Archivo FTP]. Ginebra, Septiembre 2001. URL: <http://ecommerce.wipo.int/meetings/2001/conference/presentations/pdf/sotoplatero.pdf>

Talancón, J.H. (1990). "Pobreza rural". En F. Serrano Migallón (Ed.), *Margindad urbana y pobreza rural* (pp. 32-38). México, D.F.: Editorial Diana.

Agustín Mar Acosta obtuvo la Maestría en Administración de Tecnologías de Información en el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey. Actualmente es profesionista de apoyo de la Dirección de Mercadotecnia y Comunicación de la Zona Metropolitana de Monterrey. Correo electrónico: amar@itesm.mx

María del Socorro Marcos obtuvo el Doctorado en Filosofía con especialidad en Asimilación de Tecnología de Información y Administración del Conocimiento del Tecnológico de Monterrey y de la Universidad de Glasgow, Escocia. Actualmente es profesora de la División de Ingeniería y Arquitectura. Correo electrónico: mmarcos@itesm.mx

## INGENIERÍA

# Nanotecnología. Materiales para el Nuevo Milenio

Alex Elías Zúñiga

La nanotecnología está relacionada con el estudio de los fenómenos físicos que ocurren a escalas de longitud de una fracción de nanómetro hasta varios cientos de nanómetros. En terminología científica, para la medición de longitudes el prefijo *nano* significa una mil millonésima parte. Es en esta escala de longitud en donde los átomos y las moléculas interactúan entre sí formando combinaciones simples como las del agua o tan complejas como las que conforman la estructura molecular del ADN. Por lo tanto, la *nanotecnología* puede ser definida como todas aquellas acciones que se efectúan al nivel de los átomos o moléculas y que tienen implicaciones en el mundo real.

A la nanotecnología puede considerársele como área de investigación y desarrollo realmente multidisciplinaria ya que la investigación a la escala nano requiere del conocimiento de diversas disciplinas como física, química, electrónica, ciencia de los materiales, medicina, biología y demás.

El avance de la nanotecnología comenzó con el descubrimiento en japon de los nanotubos de carbón por S. Iijima en 1991 [1], Los nanotubos de carbón son arreglos moleculares 1/80,000 veces más delgados que el diámetro de un cabello humano o 10 veces el tamaño de un átomo de hidrógeno. Un nanotubo es una fibra hueca basada en la estructura molecular del carbono  $C_{60}$ . Específicamente, los nanotubos de carbono son estructuras de capa de grafito enrolladas en forma de hélice para formar un tubo que puede ser de una sola pared o bien multipared, como el ilustrado en la Figura 1.

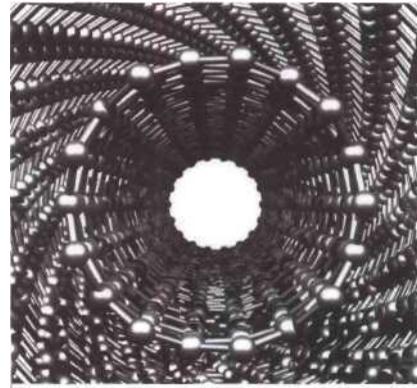


FIGURA 1. NANOTUBO DE DOBLE PARED  
FUENTE: THE INSTITUTE OF NANOTECHNOLOGY, 2002

Las ventajas tecnológicas de los nanotubos con respecto a otros materiales radican en que éstos tienen conductividad eléctrica semejante a la del cobre, conductividad térmica semejante a la del diamante con un módulo de Young hasta cinco veces mayor que la de este material y experimentan deformaciones elásticas de entre 5 y 10% antes de su ruptura. Electrónicamente, los nanotubos pueden actuar como aislantes, semiconductores o conductores, dependiendo de su grado de helicidad con la cual son generados. Además, tienen alta capacidad de emisión ya que son capaces de emitir electrones a

0.11 eV de energía mientras que los mejores emisores de electrones utilizados en la actualidad emiten en un rango entre 0.6 y 0.3 eV. Los nanotubos de carbón, con respecto a los cristales líquidos utilizados en las pantallas planas, poseen un amplio ángulo de visión, alta capacidad para trabajar en condiciones extremas de temperatura y brillo suficiente para poder ver las imágenes a la luz del sol. Otra de sus aplicaciones como emisores de electrones es su utilización en la fabricación de fuentes de electrones para microscopios electrónicos. En el campo de la energía, los nanotubos de carbón pueden ser usados para la preparación de electrodos para súpercondensadores y baterías de litio, para el almacenamiento de hidrógeno y como soporte de catalizadores de platino en pilas de combustible. En aplicaciones biomédicas están siendo utilizados en sistemas de reconocimiento molecular, como biosensores y para la fabricación de músculos artificiales. Sus extraordinarias propiedades aseguran una revolución en la producción de nuevos materiales y en el desarrollo de nuevos productos, por lo que también la investigación a nanoescala de interés industrial para empresas enfocadas a la cerámica, metal-mecánica, electrónica, materiales magnéticos, dispositivos ópticos, catalizadores, almacenamiento de energía y la biomedicina.

### Impacto mundial de la nanotecnología

Mundialmente, varios corporativos, gobiernos, centros de investigación y universidades están destinando recursos económicos a la investigación y el desarrollo de la nanotecnología buscando posicionarse como líderes tecnológicos en el mercado. En países como los Estados Unidos, Japón, Alemania e Inglaterra se están destinando grandes cantidades de recursos económicos, como se muestra en el Cuadro I, para fomentar la investigación y el desarrollo de la nanotecnología ya que se espera que en diez años se comercialicen productos que representarán transacciones comerciales equivalentes a un trillón de dólares por año. La nanotecnología tendrá una gran influencia en el entorno mundial ya que se estima que en un período de quince años, más de dos millones de personas estarán laborando en industrias relacionadas con esta área. También, se espera que la nanotecnología impacte a áreas tales como la agricultura, la medicina, el medio ambiente, el uso eficiente de la energía, el agua y el desarrollo de nuevos materiales, entre otros.

Año Fiscal	1997	2000	2002
Europa Occidental	126	200	225
Japón	120	245	465
Estados Unidos	116	270	422
Otros*	70	110	380
Total	432	825	1492

\*Australia, Canadá, China, Europa Oriental, Israel, Corea del Sur, Singapur, Taiwán.

CUADRO I. INVERSIÓN EN NANOTECNOLOGÍA EN MILLONES DE DÓLARES POR AÑO.

FUENTE: SENATE BRIEFING, 24 DE MAYO DE 2001 (M.C. Rocco),  
ACTUALIZADA EL 5 DE FEBRERO DE 2002.

### Implicaciones de la nanotecnología

La influencia que la nanotecnología tendrá en nuestra vida cotidiana será mayor que el impacto que ha tenido hasta el momento el desarrollo de Internet. Por ejemplo, se espera que en 10 años toda la industria de los semiconductores y la mitad de la industria farmacéutica estén basadas en la nanotecnología. A medida que avanza la

nanotecnología existe una mayor necesidad por desarrollar procesos de manufactura que sean factibles de ser aplicados a escalas nanoscópicas ya que en la actualidad procesos como maquinado, esmerilado, fresado, soldado y demás no están desarrollados tecnológicamente para ser aplicados en esta escala. Esta es un área de oportunidad para inversionistas que deseen tener el liderazgo tecnológico con los beneficios económicos que esto representa. En este contexto, el Instituto para la Manufactura Molecular está desarrollando procesos bioquímicos para manufacturar desde medicamentos hasta computadoras moleculares miles de veces más rápidas que las actuales [2]. Por su parte, IBM recientemente desarrolló un dispositivo que es capaz de almacenar mil billones de bits por pulgada cuadrada lo cual es un espacio de memoria suficiente para almacenar 25 millones de páginas de libros de texto en una superficie semejante a la de una estampa postal.

En la actualidad, la mayoría de los diseños de máquinas y sistemas moleculares se estudia a través de simulaciones computacionales los cuales están basados en modelaciones matemáticas relacionadas con las fuerzas que mantienen en equilibrio estable a los átomos de una estructura molecular dada. Algunos de los diseños de sistemas moleculares complejos generados hasta el momento incluyen bombas simples para gas neón, controladores de movimiento finito y diferenciales de engranes como el mostrado en la Figura 2.

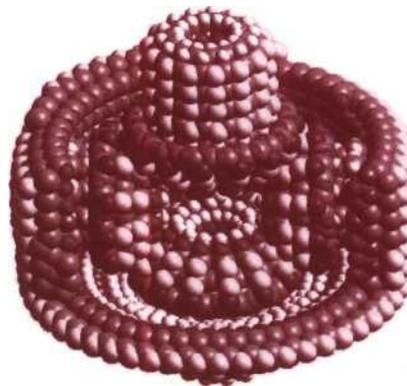


FIGURA 2. DIFERENCIAL DE ENGRANES COMPUESTO DE MILES DE MOLÉCULAS. ESTE EFECTÚA FUNCIONES DE MOVIMIENTO ANÁLOGAS A LA DEL DIFERENCIAL DE ENGRANES DE AUTOMÓVILES COMERCIALES.

FUENTE: THE INSTITUTE FOR MOLECULAR MANUFACTURING,  
[HTTP://WWW.IMM.ORG](http://www.imm.org)

### Desarrollo de materiales compuestos

Es evidente que con el creciente desarrollo tecnológico en la nanotecnología será posible en un corto plazo desarrollar comercialmente nuevos materiales cuyas propiedades mecánicas serán superiores a los ya existentes [3]. En este contexto, un grupo de investigadores del Departamento de Ingeniería Mecánica y Ciencia de los Materiales de Rice University encabezado por el Dr. Enrique Barrera, con el apoyo económico de la NSF (National Science Foundation), está desarrollando un método que permitirá en el corto plazo manufacturar polímeros reforzados con nanotubos de carbón lo cual vendrá a revolucionar a toda la industria manufacturera, principalmente del ramo automotriz y aeroespacial. A la fecha, el grupo de investigación del Dr. Barrera ha logrado desarrollar diversos compuestos de polímeros con nanotubos obteniendo resultados experimentales muy alentadores que confirman un incremento

significativo de las propiedades mecánicas. Esta área de investigación y desarrollo está avanzando rápidamente ya que ha sido posible desarrollar estructuras en miniaturas con el correspondiente incremento en sus propiedades físicas. En el futuro cercano se esperan tener aplicaciones industriales a partir del desarrollo de estos materiales ya que la distribución de los nanotubos en la matriz del compuesto no requiere tener una orientación específica. En este contexto, las simulaciones computacionales están jugando un papel trascendente ya que a través de ellas está siendo posible acelerar el análisis, el desarrollo y la fabricación de nanopolímeros compuestos

con capacidades adicionales que permitirán emplearlos como sensores y actuadores en diversos dispositivos nanomecatrónicos. 

## Referencias

- [1] Iijima S, "Helical microtubes of graphite carbon", Nature (London) 354, 1991, pp. 56-58.
- [2] Institute for Molecular Manufacturing, <http://www.imm.org>
- [3] D. Srivastava and C. Wei, "Nanomechanics of carbon nanotubes and composites", Appl Mech Rev, Vol. 56 No. 2, March 2003, pp 215-230.

Alex Elíad Zúñiga obtuvo el Doctorado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Es director del Departamento de Ingeniería Mecánica. Correo electrónico: [aeliaj@itesm.mx](mailto:aeliaj@itesm.mx)

# ÓPTICA

## Diseño y construcción de un láser adifraccional de CO<sub>2</sub>

Rodolfo Rodríguez y Masegosa y Julio Cesar Gutiérrez Vega

Hoy día, los láseres representan una de las áreas más importantes de investigación científica y aplicada. Por ejemplo, en nuestros días los sistemas láser se aplican exitosamente en áreas tan diversas como la medicina, la metrología, las telecomunicaciones y la biotecnología, entre muchas otras. En todas estas aplicaciones es muy importante controlar el ensanchamiento del rayo conforme se propaga en el aire. En la actualidad, varias líneas de investigación en óptica están dirigidas a minimizar este ensanchamiento de los haces luminosos.

Como parte del impulso que el Tecnológico de Monterrey está dando a la investigación, el pasado enero comenzaron las actividades de la Cátedra de Investigación en Óptica titulada: "Diseño, Construcción y Aplicación de Nuevos Sistemas Láser Adifraccionales". Uno de los proyectos técnicos de la Cátedra es el diseño y la construcción de un nuevo sistema láser que genere rayos láser de alta potencia que no se ensanchen al propagarse. Adicionalmente, se explorarán las potenciales aplicaciones de estos rayos en la industria (láser de perforación y corte), la biotecnología (pinzas ópticas) y la metrología.

En este artículo describimos brevemente los objetivos y alcances del proyecto de construcción del láser adifraccional, pero, ¿qué significa el término *adifraccional*? Cuando un rayo satisface la propiedad de no expandirse cuando se propaga, se denomina *adifraccional*. Para ejemplificar lo anterior, en la Figura 1 se muestran diferentes formas de emisiones de luz, contrastando la bombilla eléctrica (a) y el láser común (b), presentando el láser común un cierto ángulo de divergencia de salida. Por otro lado, (c) se muestra como sería la propagación de un láser adifraccional.

### La propagación más común de un láser debido a sus aplicaciones

Cuando se genera la radiación láser, el perfil de propagación puede producirse de diversas formas (una mancha de luz o varias). El perfil más comúnmente utilizado es el modo TEM<sub>00</sub>, cuya identificación proviene de las siglas en inglés *Transversal Electric Mode*, donde los números colocados en el lado derecho inferior (00) están relacionados con las funciones matemáticas que describen estas distribuciones (polinomios de Hermite). Existen otros modos de distribución de la luz láser, pero la preferencia por la operación del láser en el modo TEM<sub>00</sub> es porque en la mayoría de las aplicaciones se debe enfocar el haz en un área muy pequeña (aproximadamente 0.5 mm de diámetro), y de todos los modos posibles, el modo TEM<sub>00</sub> es el que tiene el menor tamaño. Además, sólo es un punto de luz intenso, mientras que los otros modos, como ya se dijo, son más de un punto de luz y se extienden en mayor área. Algunas aplicaciones típicas que requieren un tamaño mínimo del haz son: microperforaciones en materiales, cortes muy finos, lectura y quemado de CDs y DVDs, cirugías, etc..

En la Figura 2(a), la cual no muestra las proporciones reales entre los ángulos mostrados, se expone como es afectado el ángulo de propagación al enfocar un láser. Este ángulo es lo que se define como divergencia y típicamente en un láser sin enfocar es de 1 mrad (0.06 grados), mientras que en un láser enfocado puede tener un ángulo de divergencia de 100 mrad (5.7 grados), es decir, ¡la divergencia se puede incrementar cien veces o más cuando se enfoca!

El problema que se presenta cuando se desea realizar trabajos como microperforaciones es la diferencia entre los diámetros de entrada y salida, como

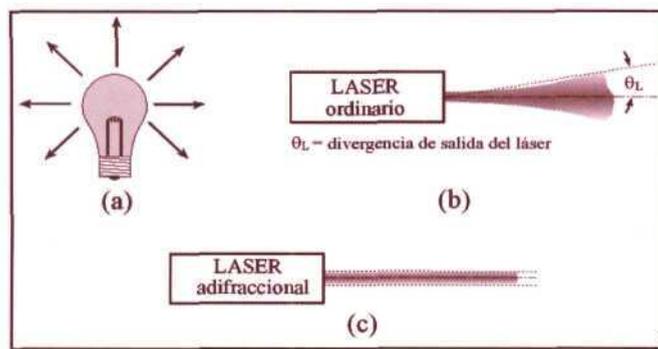


FIGURA 1. FORMAS DE EMISIÓN DE DIFERENTES FUENTES. (A) EMISIÓN DE UN FOCO INCANDESCENTE, DONDE LA LUZ ES EMITIDA EN TODAS DIRECCIONES; (B) EL LÁSER ORDINARIO, TÍPICAMENTE LA SALIDA DE UN LÁSER COMERCIAL TIENE UN ÁNGULO DE ENSANCHAMIENTO DE 0.06 GRADOS; (C) EL LÁSER ADIFRACCIONAL NO SE ENSANCHA.

significativo de las propiedades mecánicas. Esta área de investigación y desarrollo está avanzando rápidamente ya que ha sido posible desarrollar estructuras en miniaturas con el correspondiente incremento en sus propiedades físicas. En el futuro cercano se esperan tener aplicaciones industriales a partir del desarrollo de estos materiales ya que la distribución de los nanotubos en la matriz del compuesto no requiere tener una orientación específica. En este contexto, las simulaciones computacionales están jugando un papel trascendente ya que a través de ellas está siendo posible acelerar el análisis, el desarrollo y la fabricación de nanopolímeros compuestos

con capacidades adicionales que permitirán emplearlos como sensores y actuadores en diversos dispositivos nanomecatrónicos. 

## Referencias

- [1] Iijima S, "Helical microtubes of graphite carbon", Nature (London) 354, 1991, pp. 56-58.
- [2] Institute for Molecular Manufacturing, <http://www.imm.org>
- [3] D. Srivastava and C. Wei, "Nanomechanics of carbon nanotubes and composites", Appl Mech Rev, Vol. 56 No. 2, March 2003, pp 215-230.

Alex Elíad Zúñiga obtuvo el Doctorado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Es director del Departamento de Ingeniería Mecánica. Correo electrónico: [aeliaj@itesm.mx](mailto:aeliaj@itesm.mx)

# ÓPTICA

## Diseño y construcción de un láser adifraccional de CO<sub>2</sub>

Rodolfo Rodríguez y Masegosa y Julio Cesar Gutiérrez Vega

Hoy día, los láseres representan una de las áreas más importantes de investigación científica y aplicada. Por ejemplo, en nuestros días los sistemas láser se aplican exitosamente en áreas tan diversas como la medicina, la metrología, las telecomunicaciones y la biotecnología, entre muchas otras. En todas estas aplicaciones es muy importante controlar el ensanchamiento del rayo conforme se propaga en el aire. En la actualidad, varias líneas de investigación en óptica están dirigidas a minimizar este ensanchamiento de los haces luminosos.

Como parte del impulso que el Tecnológico de Monterrey está dando a la investigación, el pasado enero comenzaron las actividades de la Cátedra de Investigación en Óptica titulada: "Diseño, Construcción y Aplicación de Nuevos Sistemas Láser Adifraccionales". Uno de los proyectos técnicos de la Cátedra es el diseño y la construcción de un nuevo sistema láser que genere rayos láser de alta potencia que no se ensanchen al propagarse. Adicionalmente, se explorarán las potenciales aplicaciones de estos rayos en la industria (láser de perforación y corte), la biotecnología (pinzas ópticas) y la metrología.

En este artículo describimos brevemente los objetivos y alcances del proyecto de construcción del láser adifraccional, pero, ¿qué significa el término *adifraccional*? Cuando un rayo satisface la propiedad de no expandirse cuando se propaga, se denomina *adifraccional*. Para ejemplificar lo anterior, en la Figura 1 se muestran diferentes formas de emisiones de luz, contrastando la bombilla eléctrica (a) y el láser común (b), presentando el láser común un cierto ángulo de divergencia de salida. Por otro lado, (c) se muestra como sería la propagación de un láser adifraccional.

### La propagación más común de un láser debido a sus aplicaciones

Cuando se genera la radiación láser, el perfil de propagación puede producirse de diversas formas (una mancha de luz o varias). El perfil más comúnmente utilizado es el modo TEM<sub>00</sub>, cuya identificación proviene de las siglas en inglés *Transversal Electric Mode*, donde los números colocados en el lado derecho inferior (00) están relacionados con las funciones matemáticas que describen estas distribuciones (polinomios de Hermite). Existen otros modos de distribución de la luz láser, pero la preferencia por la operación del láser en el modo TEM<sub>00</sub> es porque en la mayoría de las aplicaciones se debe enfocar el haz en un área muy pequeña (aproximadamente 0.5 mm de diámetro), y de todos los modos posibles, el modo TEM<sub>00</sub> es el que tiene el menor tamaño. Además, sólo es un punto de luz intenso, mientras que los otros modos, como ya se dijo, son más de un punto de luz y se extienden en mayor área. Algunas aplicaciones típicas que requieren un tamaño mínimo del haz son: microperforaciones en materiales, cortes muy finos, lectura y quemado de CDs y DVDs, cirugías, etc..

En la Figura 2(a), la cual no muestra las proporciones reales entre los ángulos mostrados, se expone como es afectado el ángulo de propagación al enfocar un láser. Este ángulo es lo que se define como divergencia y típicamente en un láser sin enfocar es de 1 mrad (0.06 grados), mientras que en un láser enfocado puede tener un ángulo de divergencia de 100 mrad (5.7 grados), es decir, ¡la divergencia se puede incrementar cien veces o más cuando se enfoca!

El problema que se presenta cuando se desea realizar trabajos como microperforaciones es la diferencia entre los diámetros de entrada y salida, como

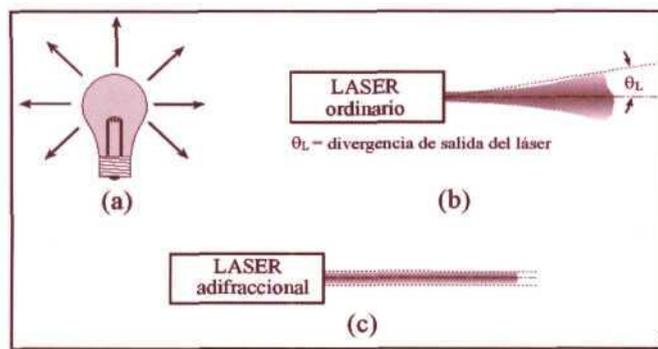


FIGURA 1. FORMAS DE EMISIÓN DE DIFERENTES FUENTES. (A) EMISIÓN DE UN FOCO INCANDESCENTE, DONDE LA LUZ ES EMITIDA EN TODAS DIRECCIONES; (B) EL LÁSER ORDINARIO, TÍPICAMENTE LA SALIDA DE UN LÁSER COMERCIAL TIENE UN ÁNGULO DE ENSANCHAMIENTO DE 0.06 GRADOS; (C) EL LÁSER ADIFRACCIONAL NO SE ENSANCHA.

se muestra en la Figura 2(b), debido al ángulo de enfoque adoptado por el haz. Este efecto se minimizaría con la adifraccionalidad.

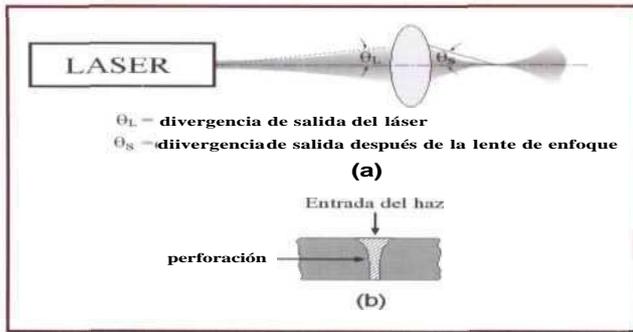


FIGURA 2. EFECTOS DEL ENSANCHAMIENTO DE UN HAZ LÁSER EN EL CORTE Y PERFORACIÓN DE MATERIALES: (A) AUMENTO DEL ÁNGULO DE ENSANCHAMIENTO DE UN LÁSER CUANDO SE ENFOCA CON UNALENTE; (B) SECCIÓN TRANSVERSAL CUANDO EL LÁSER PENETRA UN MATERIAL.

### Los haces adifraccionales

Existe una familia de haces de luz que tienen divergencia cero y son conocidos actualmente como haces *adifraccionales* o *invariantes* [1]. Las aplicaciones son muy variadas, como se puede ver en el Cuadro I. La generación de estos haces adifraccionales actualmente se hace mediante la utilización de elementos externos al sistema láser, como son axicones (lentes cónicas), mascarillas circulares y hologramas. Estos métodos tienen sus desventajas, como son el desaprovechamiento de la potencia del láser debido a efectos de absorción (axicones y hologramas) u obstrucción (mascarillas) traduciéndose todo esto en pérdidas. Además existe el problema inherente de la alineación de estos elementos con la luz láser.

Científicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios sobre movimiento de átomos</li> <li>Espectroscopia ultrafina</li> <li>Condensados de Bose-Einstein</li> <li>Láseres de átomos</li> </ul>
Tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de nanotecnología [2]</li> <li>Corte de materiales</li> </ul>
Biotecnologías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manipulación de células</li> <li>Manipulación de bacterias</li> <li>Manipulación de virus</li> <li>Manipulación de genes</li> </ul>

CUADRO I. ALGUNAS APLICACIONES DE LOS HACES ADIFRACCIONALES

En la práctica, la adifraccionalidad está limitada a cierta distancia de propagación, cualquiera que sea el método de generación de esta familia de haces; es decir, esta característica sólo se puede preservar en una distancia límite. Por ejemplo, el láser que se está construyendo en el Campus Monterrey tendrá una distancia adifraccional de 1 m. Esta longitud es relativamente grande si se compara con las típicas distancias (< 0.5 m) que se pueden obtener con axicones.

### La construcción del láser adifraccional en el Campus Monterrey

La motivación principal de la investigación que estamos desarrollando es generar un haz adifraccional desde que se genera la luz láser. Consecuentemente, se busca corroborar las simulaciones computacionales que se han hecho [3] y prosperar en la formación de recursos humanos como son los trabajos de tesis de maestría. Dependiendo de los alcances en las aplicaciones que se deriven de los

resultados de esta investigación, existe la posibilidad de patentar el producto final. Esto último sería más exitoso si se contara con el interés de una empresa para establecer un convenio de colaboración con la Cátedra de Investigación, ya que la inyección de recursos económicos para la compra de materiales y equipo aceleraría el proceso de construcción del láser.

Como antecedentes, no existe un láser comercial que sea adifraccional, aunque sí hay trabajos científicos que reportan este tipo de láser [4]. La desventaja encontrada del láser reportado en la referencia anterior es la distancia adifraccional limitada a unos 3 cm y esta longitud ofrece un rango de trabajo muy restringido. Dicha distancia depende de parámetros que han sido considerados en el diseño de nuestro láser.

Es importante mencionar que las partes fundamentales de un láser son las siguientes:

**El medio activo:** Su función es la emisión de la luz láser, que en el caso de nuestro proyecto es una mezcla de gases CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y He.

**Resonador:** Consiste en un par de espejos (en la configuración más sencilla) alineados uno frente al otro. De estos espejos y su alineación depende la característica de propagación del haz (ensanchamiento, diámetro, etc.). En nuestro proyecto, el resonador es la parte esencial del láser para generar el haz con la propiedad adifraccional.

**Fuente de energía:** Esta parte es la que suministra de energía al sistema láser. En el caso del láser de CO<sub>2</sub> de este proyecto se utilizará una fuente de alto voltaje (mayor a 20,000 volts) y baja corriente (menor 0.15 amperes).

**Sistema mecánico:** Esta parte es la estructura que sostiene todo el sistema láser y debe ser rígido así como térmicamente estable, para que el láser funcione sin variaciones en la potencia de salida.

**Periféricos:** Son componentes que no necesariamente se requieren en sistemas láser, por ejemplo, sistema de refrigeración, prismas y sistema de vacío.

Un parámetro muy importante de diseño es el diámetro del tubo láser, el cual debe ser lo más grande posible porque la distancia adifraccional es mayor si el diámetro se maximiza. Desde el inicio de la Cátedra de Investigación se hizo un estudio de los tipos de láser que existen en la actualidad para generar luz láser y el más adecuado es el láser de CO<sub>2</sub>, debido a que sus secciones transversales pueden ser mayores que 1 cm de diámetro. Se eligió un diámetro y longitud del láser, así como la característica del resonador, de tal manera que sea factible obtener un láser de mediana potencia (> 50 watts) y con una distancia adifraccional de 1 m aproximadamente. Esta distancia es suficiente para caracterizar el láser y evaluar su capacidad de transformación (perforación y corte) y manipulación (pinzas ópticas) de la materia.

Durante una escuela práctica de verano, cursada por alumnos en los meses de julio y agosto de este año, se trabajó intensamente en el diseño del sistema láser, específicamente en el diseño mecánico, el sistema de vacío y simulaciones sobre desempeño del resonador. El diseño mecánico tiene la función de soportar el medio láser (tubo láser, espejos, electrodos, etc.). En el sistema de vacío se controla la mezcla de tres gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y He) responsables de la emisión láser. El control de los gases en el sistema de vacío consiste en regular las proporciones de los gases y la presión de operación. Actualmente, se está trabajando en la construcción de las piezas diseñadas en dicha

escuela práctica de verano de 2003 y se espera realizar el ensamble del sistema láser durante este semestre agosto-diciembre.

### Conclusiones

Ante la iniciativa del Tecnológico de Monterrey por impulsar la investigación, se está desarrollando un sistema láser que tendrá características de propagación no disponibles en los láseres comerciales. La propiedad principal será emitir un haz difraccional, es decir, un haz que no diverge en unadistancia finita. Además de la fase experimental, también se está trabajando intensamente en la parte teórica. Por último, parte de la investigación será explorar las posibles aplicaciones, algunas de las cuales se tienen identificadas como potenciales.

Con este proyecto buscamos fortalecer la línea de investigación en óptica dentro del Campus Monterrey. Se espera que su desarrollo tenga fuerte impacto en la producción de artículos científicos en revistas de prestigio internacional, en el intercambio científico con otras universidades a través de visitas recíprocas de investigadores y alumnos, en la formación de recursos humanos y en la vinculación con el entorno productivo.

Por lo pronto, como uno de los primeros resultados de la Cátedra, se cuenta con la aceptación de un artículo en una revista de prestigio en el área [3], producto de un estudio teórico extensivo del resonador con espejos esféricos. 

### Bibliografía

- [1] J.C. Gutiérrez-Vega, "Haces invariantes en la óptica moderna", *Transferencia*, 14(3), pp. 28-29, Jul. 2001.
- [2] C.C. Bradley, W.R. Anderson, J.J. McClelland, and R.J. Celotta, "Nanofabrication via Atom Optics", *Appl. Surf. Sci.*, 141, 210-218 (1999). (EPG publication number: 695).
- [3] Julio C. Gutiérrez-Vega, Rodolfo Rodríguez-Masegosa, and Sabino Chávez-Cerda, "Axicon-based Bessel-Gauss resonator with spherical output mirror: Geometrical and wave optics analysis". Aceptado en *J. Opt. Soc. Am. A.*, July, 21, 2003.
- [4] Anatol N. Khilo, Eugeny G. Katranji, and Anatol A. Ryzhevich, "Axicon-based Bessel resonator: analytical description and experiment", *J. Opt. Soc. Am. A.*, Vol. 18(8), pp. 1986-1992, August 2001.

---

*Rodolfo Rodríguez y Masegosa obtuvo el Doctorado en Ciencias con especialidad en Óptica del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México, en Julio de 2002. Es profesor del Departamento de Física e investigador del Centro de Óptica. Correo electrónico: rrodolfo@itesm.mx*

*Julio César Gutiérrez Vega obtuvo el Doctorado en Ciencias con especialidad en Óptica del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México, en diciembre de 2000. Es profesor del Departamento de Física e investigador del Centro de Óptica. Correo electrónico: juliocesar@itesm.mx*

---

## Inicia actividades nuevo Centro para el Aprendizaje

## EN BREVE

El nuevo Centro de Aprendizaje Activo en Ingeniería y Tecnologías fue inaugurado el 13 de agosto pasado por el Ing. Lorenzo Zambrano, presidente del Consejo del Tecnológico de Monterrey, y los rectores del Sistema, Dr. Rafael Rangel Sostmann y de la Zona Metropolitana de Monterrey, Dr. Alberto Bustani.

El nuevo Centro comprende más de 60 laboratorios correspondientes a las siguientes nueve áreas académicas: Ciencias Computacionales, Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Civil, Diseño Industrial, Mecatrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, e Ingeniería Industrial. En estos laboratorios estudiantes de posgrado realizarán proyectos de investigación de los programas de estudios así como proyectos de tesis.

Así, el Laboratorio de Tecnología Física del Departamento de Física está destinado primordialmente para la formación en física experimental y física computacional de los estudiantes de maestría y doctorado que requieran de su infraestructura así como de los estudiantes de la carrera de Ingeniero Físico Industrial.

El equipo de este Laboratorio incluye: microscopio de fuerza atómica y de tunelamiento Veeco, multimode nanoscope III con aditamentos, equipo para recubrimientos metálicos, fotoespectrómetros infrarrojo portatransformada de Fourier Perkin Elmer, fotoespectrómetros ultravioleta Ansible de Perkin Elmer, cluster de 16 computadoras, y, próximamente, taller mecánico y taller electrónico.

El director del Departamento de Física, Dr. Oliver Probst, mencionó: "Se están armando proyectos de investigación y consultoría aprovechando los equipos disponibles, como un proyecto sobre el análisis de procesos electroquímicos a escala nanométrica para apoyar el diseño y la construcción de celdas de combustible. Este proyecto se realizará en colaboración con el Departamento de Química y será presentado próximamente al CONACYT".

"El proyecto sobre celdas de combustible mencionado involucrará estudiantes de maestría de diferentes áreas incluyendo la Maestría en Ingeniería Energética", comentó el Dr. Probst. Explicó además que "el equipo de esta área del Centro será utilizado para desarrollos de investigación ya existentes en el Campus y proyectos académicos. Así,

la infraestructura de espectroscopía apoya entre otras cosas al proyecto biodiesel y la Cátedra de Investigación en Óptica. Por su parte, el cluster de computadoras está disponible para usuarios de alto poder de cómputo de las diferentes áreas de ciencias e ingeniería".



Por otra parte, "los Laboratorios de Mecatrónica, que apoyan al programa de posgrado en Automatización, cuentan con una infraestructura diseñada específicamente para que el alumno pueda desarrollar al máximo investigaciones teóricas con aplicaciones industriales prácticas", informó el Dr. Antonio Favela, director del Departamento de Mecatrónica y Automatización. Agregó que "el equipo con que cuenta cada uno de los laboratorios del programa está siempre actualizándose de acuerdo con el avance de la tecnología".

En el Departamento de Mecatrónica y Automatización el equipamiento de estos laboratorios será para apoyar principalmente a la formación de los alumnos de la Maestría en Automatización e Ingeniería Mecatrónica del Campus Monterrey.

Entre el equipo de esta área se cuenta con 56 estaciones: de mediciones (mediciones eléctricas, temperatura, flujo nivel y presión), de control (lógico industrial, digital, computarizado), así como estaciones de redes industriales para manejo de redes de dispositivos (protocolos, AS-I, DeviceNet) de campo (Profibus y ControlNet). También se cuenta con dos celdas flexibles de manufactura automatizada, cada una con: robot de seis grados de libertad, máquina de control numérico, sistema de almacenamiento automático, transportador automático, estaciones de ensamble y de inspección por visión y dos estaciones para monitoreo y control.

Los cursos del programa de la Maestría en Automatización que hacen uso de los Laboratorios de Mecatrónica son Laboratorio de control digital avanzado, Laboratorio de sistemas lógicos de control, Laboratorio de estrategias de control moderno, Integración de sistemas de manufactura, Tesis I y Tesis II. 

escuela práctica de verano de 2003 y se espera realizar el ensamble del sistema láser durante este semestre agosto-diciembre.

### Conclusiones

Ante la iniciativa del Tecnológico de Monterrey por impulsar la investigación, se está desarrollando un sistema láser que tendrá características de propagación no disponibles en los láseres comerciales. La propiedad principal será emitir un haz difraccional, es decir, un haz que no diverge en unadistancia finita. Además de la fase experimental, también se está trabajando intensamente en la parte teórica. Por último, parte de la investigación será explorar las posibles aplicaciones, algunas de las cuales se tienen identificadas como potenciales.

Con este proyecto buscamos fortalecer la línea de investigación en óptica dentro del Campus Monterrey. Se espera que su desarrollo tenga fuerte impacto en la producción de artículos científicos en revistas de prestigio internacional, en el intercambio científico con otras universidades a través de visitas recíprocas de investigadores y alumnos, en la formación de recursos humanos y en la vinculación con el entorno productivo.

Por lo pronto, como uno de los primeros resultados de la Cátedra, se cuenta con la aceptación de un artículo en una revista de prestigio en el área [3], producto de un estudio teórico extensivo del resonador con espejos esféricos. 

### Bibliografía

- [1] J.C. Gutiérrez-Vega, "Haces invariantes en la óptica moderna", *Transferencia*, 14(3), pp. 28-29, Jul. 2001.
- [2] C.C. Bradley, W.R. Anderson, J.J. McClelland, and R.J. Celotta, "Nanofabrication via Atom Optics", *Appl. Surf. Sci.*, 141, 210-218 (1999). (EPG publication number: 695).
- [3] Julio C. Gutiérrez-Vega, Rodolfo Rodríguez-Masegosa, and Sabino Chávez-Cerda, "Axicon-based Bessel-Gauss resonator with spherical output mirror: Geometrical and wave optics analysis". Aceptado en *J. Opt. Soc. Am. A.*, July, 21, 2003.
- [4] Anatol N. Khilo, Eugeny G. Katranji, and Anatol A. Ryzhevich, "Axicon-based Bessel resonator: analytical description and experiment", *J. Opt. Soc. Am. A.*, Vol. 18(8), pp. 1986-1992, August 2001.

---

Rodolfo Rodríguez y Masegosa obtuvo el Doctorado en Ciencias con especialidad en Óptica del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México, en Julio de 2002. Es profesor del Departamento de Física e investigador del Centro de Óptica. Correo electrónico: rrodolfo@itesm.mx

Julio César Gutiérrez Vega obtuvo el Doctorado en Ciencias con especialidad en Óptica del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México, en diciembre de 2000. Es profesor del Departamento de Física e investigador del Centro de Óptica. Correo electrónico: julwcesar@itesm.mx

---

## Inicia actividades nuevo Centro para el Aprendizaje

## EN BREVE

El nuevo Centro de Aprendizaje Activo en Ingeniería y Tecnologías fue inaugurado el 13 de agosto pasado por el Ing. Lorenzo Zambrano, presidente del Consejo del Tecnológico de Monterrey, y los rectores del Sistema, Dr. Rafael Rangel Sostmann y de la Zona Metropolitana de Monterrey, Dr. Alberto Bustani.

El nuevo Centro comprende más de 60 laboratorios correspondientes a las siguientes nueve áreas académicas: Ciencias Computacionales, Física, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Civil, Diseño Industrial, Mecatrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, e Ingeniería Industrial. En estos laboratorios estudiantes de posgrado realizarán proyectos de investigación de los programas de estudios así como proyectos de tesis.

Así, el Laboratorio de Tecnología Física del Departamento de Física está destinado primordialmente para la formación en física experimental y física computacional de los estudiantes de maestría y doctorado que requieran de su infraestructura así como de los estudiantes de la carrera de Ingeniero Físico Industrial.

El equipo de este Laboratorio incluye: microscopio de fuerza atómica y de tunelamiento Veeco, multimode nanoscope III con aditamentos, equipo para recubrimientos metálicos, fotoespectrómetros infrarrojo portatransformada de Fourier Perkin Elmer, fotoespectrómetros ultravioleta Ansible de Perkin Elmer, cluster de 16 computadoras, y, próximamente, taller mecánico y taller electrónico.

El director del Departamento de Física, Dr. Oliver Probst, mencionó: "Se están armando proyectos de investigación y consultoría aprovechando los equipos disponibles, como un proyecto sobre el análisis de procesos electroquímicos a escala nanométrica para apoyar el diseño y la construcción de celdas de combustible. Este proyecto se realizará en colaboración con el Departamento de Química y será presentado próximamente al CONACYT".

"El proyecto sobre celdas de combustible mencionado involucrará estudiantes de maestría de diferentes áreas incluyendo la Maestría en Ingeniería Energética", comentó el Dr. Probst. Explicó además que "el equipo de esta área del Centro será utilizado para desarrollos de investigación ya existentes en el Campus y proyectos académicos. Así,

la infraestructura de espectroscopía apoya entre otras cosas al proyecto biodiesel y la Cátedra de Investigación en Óptica. Por su parte, el cluster de computadoras está disponible para usuarios de alto poder de cómputo de las diferentes áreas de ciencias e ingeniería".



Por otra parte, "los Laboratorios de Mecatrónica, que apoyan al programa de posgrado en Automatización, cuentan con una infraestructura diseñada específicamente para que el alumno pueda desarrollar al máximo investigaciones teóricas con aplicaciones industriales prácticas", informó el Dr. Antonio Favela, director del Departamento de Mecatrónica y Automatización. Agregó que "el equipo con que cuenta cada uno de los laboratorios del programa está siempre actualizándose de acuerdo con el avance de la tecnología".

En el Departamento de Mecatrónica y Automatización el equipamiento de estos laboratorios será para apoyar principalmente a la formación de los alumnos de la Maestría en Automatización e Ingeniería Mecatrónica del Campus Monterrey.

Entre el equipo de esta área se cuenta con 56 estaciones: de mediciones (mediciones eléctricas, temperatura, flujo nivel y presión), de control (lógico industrial, digital, computarizado), así como estaciones de redes industriales para manejo de redes de dispositivos (protocolos, AS-I, DeviceNet) de campo (Profibus y ControlNet). También se cuenta con dos celdas flexibles de manufactura automatizada, cada una con: robot de seis grados de libertad, máquina de control numérico, sistema de almacenamiento automático, transportador automático, estaciones de ensamble y de inspección por visión y dos estaciones para monitoreo y control.

Los cursos del programa de la Maestría en Automatización que hacen uso de los Laboratorios de Mecatrónica son Laboratorio de control digital avanzado, Laboratorio de sistemas lógicos de control, Laboratorio de estrategias de control moderno, Integración de sistemas de manufactura, Tesis I y Tesis II. 

# PRÓXIMOS EVENTOS



## ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS

- Diplomado en Administración del Conocimiento  
IV. Administra™ de sistemas de capital instrumental: 17 y 18 de octubre  
Diplomado en Administración de Proyectos  
Programa 6:  
Módulo VI. Comunicación: 6 y 7 de noviembre  
Módulo X. Financiamiento en proyectos: 9 y 10 de octubre  
Módulo XVI. Administración de proyectos de informática: 23 y 24 de octubre  
Programa 7:  
I. Evaluación de proyectos: 13 al 15 de noviembre  
II. Presupuestos y costos: 25 y 26 de septiembre  
III. Habilidades de negociación: 2 y 3 de octubre  
IX. Recursos humanos: 4 y 5 de diciembre  
XIV. Planeación estratégico: 27 y 28 de noviembre  
Diplomado en Envases y Empaques  
Flexibles para Alimentos: 24 de octubre  
Diplomado en Finanzas: 10 de octubre  
Diplomado en Formación General  
Módulo V. Evaluación de proyectos gerenciales: 10 y 11 de octubre  
Módulo VI. Desarrollo de habilidades gerenciales: 24 y 25 de octubre  
Diplomado en Mercadotecnia  
IV. Publicidad y promoción: 17 y 18 de octubre  
V. Mercadotecnia internacional: 7 y 8 de noviembre  
VI. Simulación de toma de decisiones: 28 y 29 de noviembre  
Diplomado en Planeación y Desarrollo de Talento Directivo  
Programa 1: 31 de octubre  
Diplomado en Supply Chain Management (SCM, Administración de la Cadena de Suministro)  
Programa 7:  
III. La tecnología de información como apoyo a SCM: 24 y 25 de octubre  
IV. E-business: 14 y 15 de noviembre  
V. Casos de estudio en SCM: 12 y 13 de diciembre  
VI. Diseño e implantación de un sistema para SCM: 9 y 10 de enero de 2004  
Diplomado en Ventas Estratégicas  
IV. Habilidades administrativas y ventas: 17 y 18 de octubre  
V. Comunicación para las ventas: 31 de octubre y 1º de nov.  
VI. Análisis del mercado para las ventas: 7 y 8 de noviembre  
Curso: Coordinación Efectiva de Proyectos  
Programa 13: 13 al 15 de noviembre

## CALIDAD

- Programa de Certificación Internacional en Seis Sigma "Green Belt"  
III. Medir: 10 y 11 de octubre  
IV. Análisis: 14 y 15 de noviembre  
V. Incremento: 12 y 13 de diciembre  
VI. Control: 9 y 10 de enero de 2004

- Programa de Certificación Internacional en Seis Sigma "Black Belt"  
II. Medición: 20 al 24 de octubre  
III. Análisis: 24 al 28 de noviembre  
IV. Incremento: 15 al 19 de diciembre  
V. Control: 12 al 16 de enero de 2004  
Seminarios 150-9000  
Auditor Líder (con Certificación Oficial): 14 al 18 de octubre  
Cursos de Ingeniería Estadística y QS-9000  
Control estadístico de procesos (SPC): 15 y 16 de octubre  
Análisis del sistema de medición (MSA): 30 de octubre  
Diplomado en Manufactura Esbelta:  
4. Herramientas Lean (Confiable): 17 y 18 de octubre  
5. Herramientas León (Confiable): 7 y 8 de noviembre  
6. Cultura de trabajo: 28 y 29 de noviembre  
7. Taller integrador: 12 y 13 de diciembre

## CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

- Seminario: Televisión y Sociedad  
3. Educación para la recepción: 17 de octubre  
4. Nuevas tendencias en televisión: globalización y nuevas tecnologías: 31 de octubre  
5. La discusión por la reglamentación de la televisión en México: 7 de noviembre  
6. Televisión y sociedad: 14 de noviembre  
Seminario-Taller en Técnicas de Investigación Social  
4. Análisis de contenido: 18 de octubre  
5. Análisis estadístico de datos: 25 de octubre  
6. Entrevistas y sesiones de grupo: 8 y 15 de noviembre  
7. Problemas prácticos de investigación en las organizaciones: 29 de noviembre

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

- Diplomado en Administración de Empresas Constructoras  
I. Administración de la calidad total en la construcción: 24 y 25 de octubre  
II. Planeación y organización: 31 de oct y 1º de nov.  
III. Laboral e impuestos: 14 y 15 de noviembre  
IV. Administración financiera: 21 y 22 de noviembre  
V. Control administrativo: 5 y 6 de diciembre  
VI. Presupuestos y control de obra: 12 y 13 de diciembre  
Diplomado en Vivienda (en Monterrey)  
III. Tecnologías para la construcción de vivienda: 17 y 18 de octubre  
IV. Reparación y mantenimiento de vivienda: 24 y 25 de octubre  
V. Administración de proyectos inmobiliarios: 7 y 8 de noviembre  
VI. Promotoría inmobiliaria: 14 y 15 de noviembre  
Seminario en Marketing Inmobiliario: 28 y 29 de noviembre  
Curso: 3DVIZ Avanzado: 10, 11, 17 y 18 de octubre  
Curso: 3DVIZ Fotorrealismo: 7, 8, 14 y 15 de noviembre  
Curso: Administración de la Construcción con OPUS CLÉ: 5, 6, 12 y 13 de diciembre  
Curso: Architectural Desktop: 24, 25 y 31 de oct y 1º de nov. 21, 22, 28 y 29 de nov. 9, 10, 16 y 17 de ene. de 2004  
Curso AutoCAD Nivel I (Proyecto en 2 dimensiones): 10, 11, 17 y 18 de octubre 7, 8, 14 y 15 de noviembre 5, 6, 12 y 13 de diciembre 1º de noviembre  
Curso AutoCAD Nivel II (Geometría en 3D y Render): 24, 25 y 31 de octubre y 1º de noviembre 21, 22, 28 y 29 de nov. 9, 10, 16 y 17 de ene. de 2004  
Curso: AutoCAD Nivel III (Productividad, Personalización e Internet): 24, 25 y 31 de oct. y 1º de nov. 21, 22, 28 y 29 de nov. 9, 10, 16 y 17 de ene. de 2004  
Curso: Photoshop: 17 y 18 de octubre 14 y 15 de noviembre 12 y 13 de diciembre

## HUMANIDADES

- Curso: Introducción a la Música:  
Su Historia y Su Valor para el Ser Humano: 13 de octubre

## INGENIERÍA

- Diplomado en Ingeniería de Manufactura (con Certificación Internacional por la SME)  
Programa 15:  
VI. Automatización de la manufactura: 24 y 25 de octubre  
VII. Preparación y examen de certificación: 7 y 8 de noviembre  
Diplomado: Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)  
III. Modelo de factor humano: 17 y 18 de octubre  
IV. Herramientas modernas de manufactura: 7 y 8 de noviembre  
V. Desarrollo de proveedores: 28 y 29 de noviembre  
VI. Contabilidad operativa: 12 y 13 de diciembre  
VII. Seis Sigma con enfoque esbelta: 9 y 10 de enero de 2004  
Diplomado en Innovación y Desarrollo de Productos  
V. Innovación estratégica: 17 de octubre  
VI. Diseño para Seis Sigma: 24 de octubre  
VII. Trabajo colaborado: 14 de noviembre  
Curso: Advanced Assembly with Pro/ENGINEER Wildfire: 6 al 8 de noviembre 22 al 24 de enero de 2004  
Curso: Creación de Dibujo de Vistas con Pro/ENGINEER Wildfire: 1º al 3 de diciembre  
Curso: Fundamentos de Sheet Metal Pro/ENGINEER Wildfire: 13 al 15 de octubre 8 al 10 de diciembre  
Curso: Introducción a Pro/ENGINEER Wildfire (Fast Track): 20 al 24 de octubre 24 al 28 de noviembre 15 al 19 de diciembre  
Curso: Modelo Avanzado con Pro/ENGINEER Wildfire: 3 al 5 de noviembre

## INFORMÁTICA

- Diplomado en Tecnologías del Conocimiento con Aplicaciones Multimodales y de Negocios Electrónicos  
IV. Estrategias tecnológicas para la implementación de Datawarehouse y Data Mining: 17 y 18 de octubre  
V. Interacción y diseño multimodal: 7 y 8 de noviembre  
VI. Interfaces inteligentes: 21 y 22 de noviembre  
VII. Tecnologías de información para negocios electrónicos: 5 y 6 de diciembre  
VIII. Diseño de portales Inteligentes: 12 y 13 de diciembre  
Curso: Ms Project 2000 Avanzado  
Programa 8: 27 y 28 de noviembre

## LOGÍSTICA

- Diplomado en Compras y Abastecimientos  
II. Herramientas financieras y evaluación de proyectos: 17 y 18 de octubre  
III. Abastecimiento global: la compra internacional: 24 y 25 de octubre  
IV. Estrategias de inventarios y logística: 31 de oct y 1º de nov.  
V. E-procurement: La nueva compra electrónica: 7 y 8 de noviembre  
VI. Evaluación y desarrollo de proveedores: 14 y 15 de noviembre  
VII. Ética en las compras y el abastecimiento: 21 y 22 de noviembre  
Clausura: 28 de noviembre  
Diplomado en Logística  
VI. Logística internacional: 18 y 25 de octubre  
Clausura: 1º de noviembre

## MEDICINA

- Programa de Actualización y Educación Continua en Oftalmología  
Seminario de métodos diagnósticos en oftalmología: 25 de octubre  
Seminario de estrabismo y ambliopía: 29 de noviembre  
Seminario de infecciones oculares: 17 de diciembre  
Seminario de inflamaciones oculares: 31 de enero de 2004

## MEDIO AMBIENTE

- Certificado: Auditor Líder ISO-14000 (ANSI-RAB/BSI): 3 al 7 de noviembre  
Curso-Taller de Documentación y Auditoría Interna ISO-14001: 13 al 16 de octubre  
Curso-Taller de Reducción, Reuso y Reciclo de Residuos (3 Rs): 10 y 11 de noviembre  
Curso: Estudios de Impacto y Análisis de Riesgo Ambiental: 26 al 28 de noviembre  
Curso: Gestión de la Calidad en los Laboratorios de Pruebas Norma ISO-17025: 20 al 22 de octubre  
Taller de Aplicación Práctica de la Reglamentación Ambiental: 24 y 25 de noviembre  
Taller de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Domésticas e Industriales): 27 al 29 de octubre

<http://capacitacion.rnty.itesm.mx/>



## DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN

DR. JAIME BONILLA RÍOS, DIRECTOR  
jbonilla@itesm.mx  
CETEC Nivel IV Torre Norte  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 6021, Fax: (01-81)83.28.41.23

## DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

DR. FRANCISCO CANTÚ ORTIZ, DIRECTOR  
fcantu@itesm.mx  
CETEC Nivel V Torre Sur  
Tel.: (01-81)83.28.41.82, Fax: (01-81)83.28.41.98

### Programa de Graduados en Electrónica, Computación, Información y Comunicaciones

DR. DAVID GARZA SALAZAR, DIRECTOR  
dgarza@itesm.mx  
Aulas IV 253,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5010 y 5011, Fax: Ext. 5011

### Programa de Graduados en Humanidades y Ciencias Sociales

DRA. GABRIELA PEDROZA, DIRECTORA  
gpedroza@itesm.mx  
Aulas V 209,  
Tels. y Fax: (01-81)83.58.20.00, Ext. 4651, Fax: 83.28.41.98

### Programa de Graduados en Ingeniería

DR. FEDERICO VIRAMONTES BROWN, DIRECTOR  
f.viramontes@itesm.mx  
Aulas IV 441,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5005/5006, Fax: (01-81)83.59.72.92

### Centro de Automatización Industrial

DR. CARLOS NARVÁEZ CASTELLANOS, DIRECTOR  
cnarvaez@itesm.mx  
Aulas VII 3er. piso, Ofna. 322,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5475 y 5476, Fax: (01-81)83.28.40.77

### Centro de Biotecnología

DR. MARIO MOISÉS ÁLVAREZ, DIRECTOR  
mario.alvarez@itesm.mx  
CEDES Nivel VI,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5061, Fax: (01-81)83.28.41.36

### Centro de Calidad

DR. HUMBERTO CANTÚ DELGADO, DIRECTOR  
hcantu@itesm.mx  
CEDES Nivel III,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5160 y 5161, Fax: (01-81)83.58.07.71

### Centro de Calidad Ambiental

DR. MIGUEL ÁNGEL ROMERO OGAWA, DIRECTOR  
mromero@itesm.mx  
CEDES Nivel V,  
Tels.: (01-81)83.28.41.41, y 83.58.20.00, Ext. 5019, Fax: (01-81)83.59.62.80

### Centro de Competencias en Sistemas de Información

M.C. JOSÉ LUIS FIGUEROA MILLÁN, DIRECTOR  
jose.luis.figueroa@itesm.mx  
CETEC Nivel VII Torre Norte,  
Tels.: (01-81)83.28.41.83, y 83.58.20.00, Ext. 5007, Fax: 83.28.44.44

### Centro de Diseño e Innovación de Productos

DR. ALBERTO HERNÁNDEZ LUNA, DIRECTOR  
alberto.hernandez@itesm.mx  
CETEC Nivel IV Torre Norte,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5112, Fax: (01-81)83.28.40.05

### Centro de Diseño y Construcción

DR. FRANCISCO YEOMANS REYNA, DIRECTOR  
fyeomans@itesm.mx  
Edificio Laboratorios DIA, 2° piso, Ofna. 206,  
Tel. y Fax: (01-81)83.58.20.00, Exts. 537 y 5371

### Centro de Electrónica y Telecomunicaciones

DR. DAVID MUÑOZ RODRÍGUEZ, DIRECTOR  
dmunoz@itesm.mx  
CETEC Nivel VII Torre Sur,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5027, Fax: (01-81)83.59.72.111

### Centro de Energía Solar

DR. JOSÉ A. MANRIQUE, DIRECTOR  
jmanriq@itesm.mx  
Aulas IV 356,  
Tel. y Fax: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5446

### Centro de Estudios del Agua

DR. BELZAHET TREVIÑO, DIRECTOR  
btrevino@itesm.mx  
Aulas VII, Ofna. 313,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5561, Fax: Ext. 5563

### Centro de Estudios de Energía

DR. ARMANDO R. LLAMAS TERRÉS, DIRECTOR  
allamas@itesm.mx  
Edificio Laboratorios DIA, 1er piso, Ofna. 106,  
Tel. y Fax: (01-81)83.58.14.00, Ext. 5420

### Centro de Estudios Estratégicos

CEDES Nivel X,  
Tels.: (01-81)83.28.42.95, y  
83.58.20.00, Exts. 3901 y 3915,  
Fax: (01-81)83.28.42.72

### Centro de Investigación en Informática

M.A. JORGE GARZA MURILLO, DIRECTOR  
garza.jorge@itesm.mx  
CETEC Nivel VI Torre Norte,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5075/5076, Fax: (01-81)83.28.10.81

### Centro de Investigación y Extensión de la División de Ciencias de la Salud

DR. FEDERICO RAMOS RUIZ, DIRECTOR  
famos@itesm.mx  
Escuela de Medicina-Tec de Monterrey,  
Tel. y Fax: (01-81)83.33.11.21

### Centro JURICI

Lic. MARLON LÓPEZ ZAPATA, DIRECTOR  
marlon@itesm.mx  
Aulas VII Sótano,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 4394, Fax: (01-81)83.58.20.00, Ext. 4398

### Centro de Óptica

DR. ALFONSO SERRANO, DIRECTOR  
serrano@itesm.mx  
Aulas II 1er. piso,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 4640 y 4641, Fax: (01-81)83.59.17.71

### Centro de Sistemas de Conocimiento

DR. FRANCISCO JAVIER CARRILLO GAMBOA, DIRECTOR  
fjcarrillo@itesm.mx  
CETEC Nivel III Torre Norte,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5202/5206, Fax: (01-81)83.59.15.38

### Centro de Sistemas Integrados de Manufactura

DR. MARIO ALBERTO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, DIRECTOR  
martinez@itesm.mx  
CETEC Nivel V Torre Norte,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5106/5117, Fax: (01-81)83.58.12.09

### Centro de Sistemas Inteligentes

DR. ROGELIO SOTO, DIRECTOR  
rsoto@itesm.mx  
CETEC Nivel V Torre Sur,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Exts. 5130 y 5131, Fax: (01-81)83.28.11.89

### Departamento de Proyectos y Seguridad Industrial

M.A. MARCO LEDESMA LOERA, DIRECTOR  
mledesma@itesm.mx  
Aulas IV 241,  
Tel.: (01-81)83.58.20.00, Ext. 5046, Fax: (01-81)83.28.40.71

### Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas, EGAD

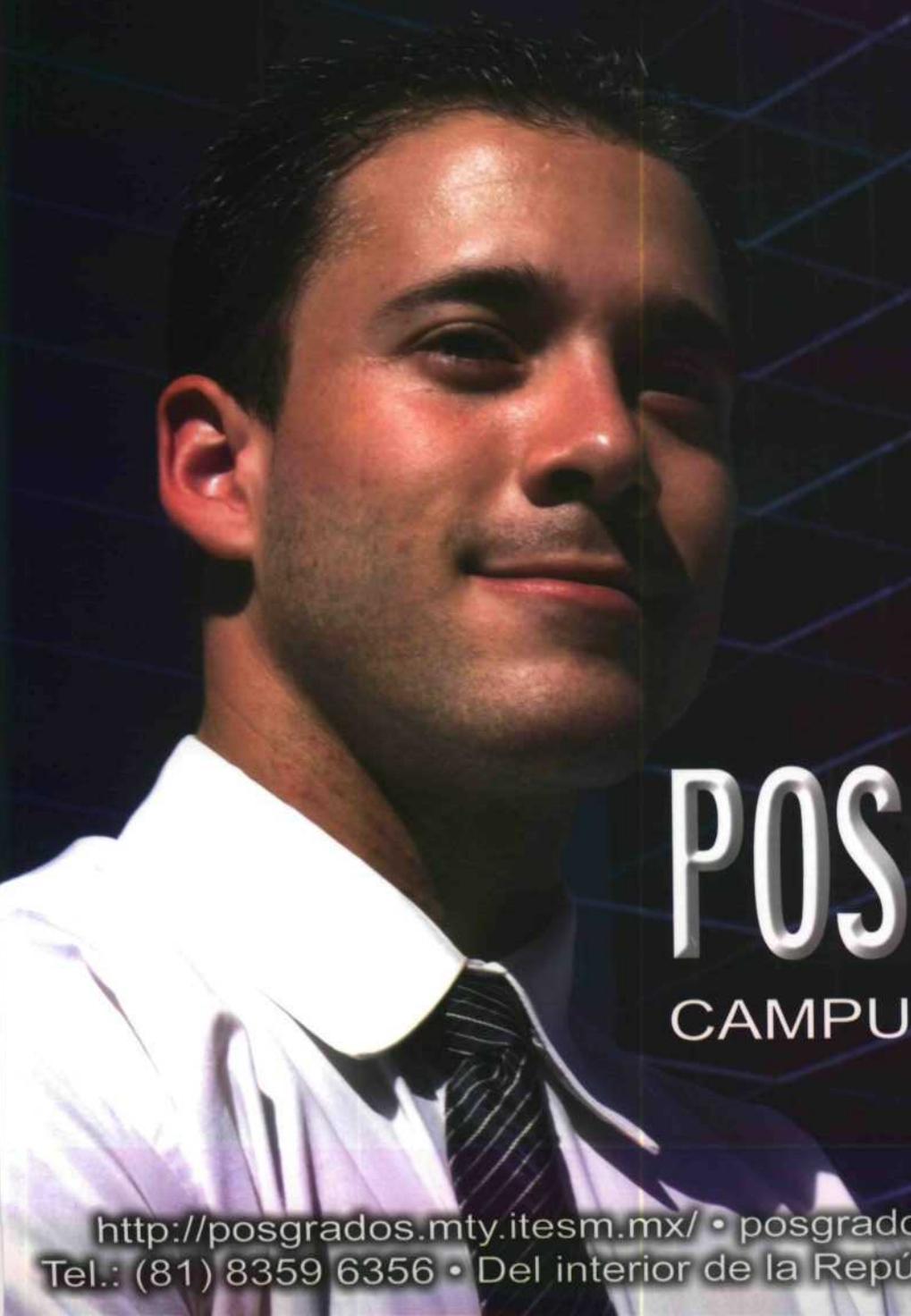
DR. JAIME ALONSO GÓMEZ AGUIRRE, DIRECTOR  
jagomez@itesm.mx  
Rufino Tama/o S/N con Av. Fundadores, Col. Valle Oriente  
Tel.: (01-81)86.25.60.01, Fax: (01-81)86.25.60.26

### Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública, EGAP

DR. BERNARDO GONZÁLEZ ARÉCHIGA, DIRECTOR  
bgarechiga@itesm.mx  
Edificio CEDES, 11° piso,  
Tel.: (01-81)86.25.62.90, y 86.25.60.00, Ext. 6290, Fax: 83.28.41.66



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY®



POSGRADOS  
CAMPUS MONTERREY

<http://posgrados.mty.itesm.mx/> • [posgradosmonterrey@itesm.mx](mailto:posgradosmonterrey@itesm.mx)  
Tel.: (81) 8359 6356 • Del interior de la República: 01-800- MAESTRIA