

TECNOCULTURA

Investigación - Ciencia - Tecnología - Cultura

Año 1. N° 3, enero-abril, 2003

**PROGRAMA de
POSGRADO del TESE**

**LEY PARA EL FOMENTO
DE LA INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA y TECNOLÓGICA**

EXCELENCIA DE LA CIENCIA



TECNO AED



<http://www.conacyt.mx>

Muestra programas y servicios que fomentan el desarrollo científico y tecnológico incluyendo becas, investigación y el acceso a base de datos.

<http://www.tese.edu.mx>

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Nuestra misión es ayudar a que la comunidad Universitaria de México y el TESE tengan un punto de reunión en la red. Entrevistas y artículos, sección dedicada a entrevistas y artículos de académicos, administrativos y alumnos del TESE.



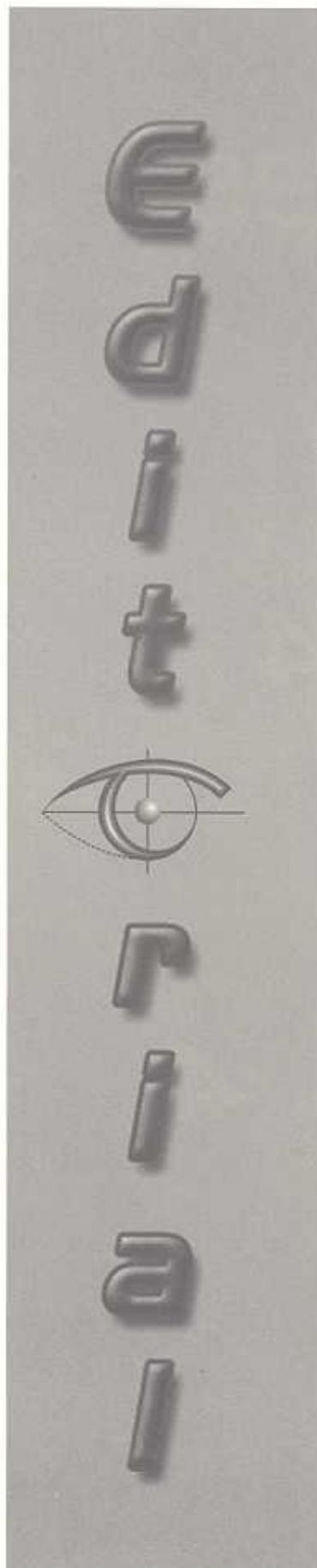
<http://www.unesco.org/general/spa>

Organización internacional de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura en todos los países del mundo.

<http://www.anui.es.mx>

Página oficial de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de México.





El estado que guarda la ciencia en nuestro país debe reactivarse, por ello es menester de los institutos tecnológicos involucrarse con los organismos promotores de la ciencia y la tecnología como son el CONACYT, la Academia Mexicana de Ciencias y la ANUIES, entre otros, que cuentan con programas dirigidos a mejorar la enseñanza, promoción, divulgación, legislación y normalización de la ciencias en nuestro país. En esta edición se presenta un resumen de la Ley para el Fomento de la Investigación Científica.

El Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE) participa en proyectos interinstitucionales en las áreas de química y bioquímica, como es el caso del artículo que en conjunto se realizó con la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUIE) y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), denominada "Un nuevo enfoque teórico para determinar la irreversibilidad en el comportamiento adsorptivo-desorptivo de contaminantes en suelos y sedimentos".

Como tarea primordial de las instituciones de educación superior se encuentra la formación de recursos humanos de alto nivel que respondan a las necesidades de los sectores productivos de bienes y servicios; por ello el TESE establece su programa de estudios de Posgrado los cuales contemplan las Maestrías en Ciencias en Ingeniería Química y en Ingeniería Bioquímica; de igual manera se abre la Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales para complementar las opciones de especialización en estas áreas vinculadas a las demandas tecnológicas de los sectores productivos de bienes y servicios.

La edición número tres de la revista Tecnocultura se enriquece con los comentarios del Dr. José Antonio de la Peña Mena, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias en relación a la situación actual y el futuro de la ciencia y de la tecnología en México.

Por otra parte se presentan los artículos: "La excelencia en la ciencia" del doctor Luis Capurro, y "Más allá del uso de los exámenes estandarizados" de los doctores Manuel Santos Trigo y Cristobal Vargas Jarillo, todos ellos reconocidos investigadores del Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV; además de las secciones Tecnopublicaciones, Tecnohumor, Tecnoled y Promotores de la ciencia.



Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

DIRECTORIO

LIC. ARTURO MONTEL ROJAS
Gobernador Constitucional del Estado de México

ING. ALBERTO CURI NAIME
Secretario de Educación, Cultura y Bienestar Social del Estado de México

ING. AGUSTÍN GASCA PLIEGO
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

AUTORIDADES DEL TESE

M. EN C. CARLOS LEÓN HINOJOSA
Director General

M. EN C. MARIO QUEZADA ARAGONEZ
Director Académico

C. P. ANÍBAL PACHECO GÓMEZ
Director de Administración y Finanzas

ING. ERNESTO RAMOS ALVARADO
Director de Vinculación y Extensión

LIC. JAVIER VILLEGAS ALTAMIRANO
Abogado General

ING. PONCIANO VALERO DOMÍNGUEZ
Jefe de la Unidad de Planeación

C.P. JOSÉ LUIS MORENO HERNÁNDEZ
Contralor Interno

CONSEJO EDITORIAL

DR. ADOLFO GUZMÁN ARENAS

DR. JUAN JOSÉ SALDAÑA

DR. FELICIANO SÁNCHEZ SINENCIO

DR. MANUEL MENDEZ NONELL

DR. CARLOS ORNELAS

Contenido

Tecnopublicaciones

38



Ley para el fomento de la Investigación Científica y Tecnológica

CONAGyT

14



La excelencia en la ciencia

Luis Capurro

4

Portada: Marcos Meléndez Hernández



Fotografía de los laboratorios de investigación de Química y Bioquímica del TESE.

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, es una publicación cuatrimestral. El número corresponde a enero-abril de 2003, se terminó de imprimir en julio de 2003. Tiene un tiraje de 1000 ejemplares. *Editor responsable*: Lic. María Isabel Arroyo Pérez. *Diseño y formación*: Marcos Meléndez Hernández, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Hank González, Esq. con Av. Valle del Mayo, Col. Valle de Anáhuac C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 5710 45 60, Fax ext. 300. Correo electrónico: tecnocultura@tese.edu.mx. Número de certificado de licitud de título y de contenido en trámite; número de Reserva al título de derechos de autor en trámite. Imprenta: Creatividad Gráfica, Secc. 10 Mz. 1, 1., 11, Col. Río de Luz, Ecatepec, Estado de México. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en *Tecnocultura*, siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal A: 205/4/024/03-1

Más allá del uso de exámenes estandarizados

Manuel Santos Trigo, Cristóbal Vargas Jarillo



17

Declaración de las organizaciones de la sociedad civil mexicana para la posición ante la cumbre mundial de desarrollo sostenible de Johannesburgo



10

Dr. José Antonio de la Peña Mena

Entrevista



36

Tecnohumor

40



Un nuevo enfoque teórico para determinar la irreversibilidad en el comportamiento adsorptivo-desorptivo de contaminantes en suelos y sedimentos

N. Rinderknecht-Seijas, H.M. Poggi-Varaldo, S. Caffarel-Mendez



23

Tecnored



Programa de posgrado del TESE



31

La excelencia en la ciencia

*Luis Capurro

Como exponente de la generación de la ciencia ambiental artesanal, es decir, de la generación asociada al término de la primera mitad del siglo pasado, y todavía miembro activo de la actual, muy pujante, he seguido con mucho interés y cierta melancolía su desarrollo y transformación a ciencia globalizada, dominada por la computadora y el instrumental altamente elaborado. Un experimento que me interesó y preocupó desde el principio fue la introducción del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en México. Me invadió una desazón que no podía explicar, algo como un pesar por la desnaturalización de nuestra querida vocación y la pregunta de si por una compensación económica íbamos a aumentar nuestro talento y a dejar a un lado la pereza para publicar el resultado de nuestras investigaciones.

*El Dr. Luis Capurro, investigador titular del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Mérida de Cinvestav, es miembro del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva.
lcapurro@mda.cinvestav.mx

Artículo publicado en la revista Avance y Perspectiva, IPN, Vol. 22, enero-febrero de 2003.

El resultado inmediato del SNI ha sido muy promisorio y el número de trabajos publicados en idioma extranjero aumentó notablemente: de esta manera el mundo desarrollado se ha podido enterar de lo que hemos venido haciendo. Sin embargo, esta situación fue evolucionado en una forma nada favorable, en mi opinión, pues se fue gestando una transformación en muchos colegas sobre cierta omnipotencia de esta nueva élite, que dio como resultado el que la pertenencia al SNI se haya convertido en el mejor indicador de la excelencia académica de una institución: en muchas instituciones solamente pueden dirigir tesis doctorales miembros del sistema; los programas de posgrado que evalúa el CONACyT dependen del número de graduados y del tiempo que han tardado en finalizar sus tesis; se debe limitar el tiempo de graduación de los estudiantes de doctorado y se han establecido otras prerrogativas que son ofensivas para distinguidos colegas que no son miembros del SNI. Conozco a varios integrantes meritorios de este sistema y a muchos otros y me atrevo a decir que es necesario revisar las atribuciones mencionadas. Tengo mucho respeto por colegas miembros del SNI que han logrado su incorporación como resultado

natural del cumplimiento de sus obligaciones académicas normales (*by product*). Existen otros, sin embargo, que han tenido como única meta el lograr ser miembros del SNI a costa de relajar sus obligaciones como profesores y otras labores inherentes a la actividad académica. Esta nueva situación de la ciencia mexicana es la que me ha motivado a escribir este trabajo.

A manera de justificación

Este artículo puede ser de carácter controversial, razón por la cual deseo aclarar ciertos antecedentes de mi formación y actividad académica que pueden justificar mi forma de pensar y los sentimientos encontrados que me embargan en relación con el quehacer actual de muchos jóvenes científicos cuyo talento no se discute. Llevo más de cincuenta años trabajando en la ciencia ambiental, específicamente en los fluidos geofísicos en los océanos. Dada la juventud de esta ciencia, he debido incursionar en casi todos los aspectos que dan origen a una nueva rama: promoción, organización, creación de infraestructura física y humana, trabajos de larga duración en los océanos, participación en muchas reuniones internacionales con investigadores que estaban en la misma etapa de desarrollo que yo, con la diferencia de que el esfuerzo era de carácter global; teníamos además, un aspecto en común: debíamos desarrollar una nueva rama de la ciencia aplicada y lo hacíamos según nuestras propias capacidades. Con esto quiero destacar que nos quedaba poco tiempo para la ciencia oceanográfica *per se*. Hablo en plural pues ésta fue también la trayectoria de mis compañeros de estudios pertenecientes a otros países, incluso los muy desarrollados.

Mi formación de posgrado y como investigador tuvo lugar en los EUA. En lo que yo llamaría la época de la oceanografía artesanal, y por lo tanto es ese país en donde adquirí mi aprecio por la ciencia y por las instituciones, sentimiento que espero reflejar en este artículo. La responsabilidad como investigador en una ciencia aplicada como la ambiental, en particular la oceanografía, en mi universidad implicaba dedicar 80% del tiempo a la investigación y 20% a la enseñanza. Esto significaba que la universidad pagaba el 20% del sueldo de sus fondos, y el resto debíamos conseguirlo de proyectos de investigación, que en esa época provenían de dos fuentes: la *National Science Foundation* y la *Office of Naval Research*. Con esto quiero destacar que mi función principal era investigar y dedicaba poca parte de mi

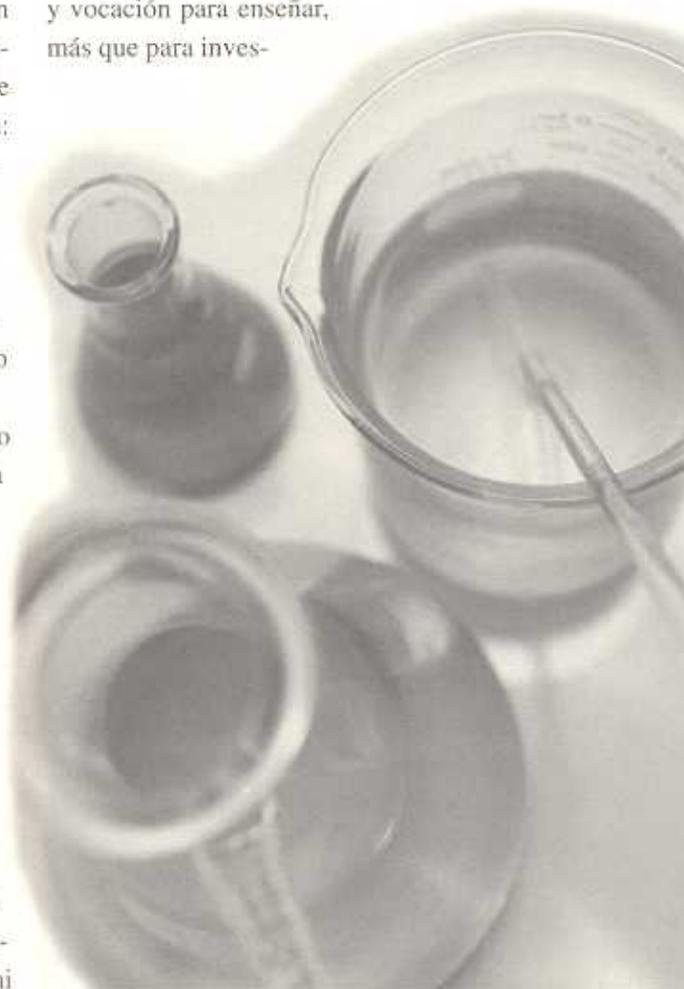
tiempo a enseñar. En síntesis, mi formación era más bien de investigador que de profesor, lo mismo que está pasando con nuestra juventud actual en el ámbito de la ciencia ambiental.

La ciencia ambiental, que es aplicada y multidisciplinaria, tiene como objetivo resolver problemas que aquejan a nuestra sociedad. Esta actividad es antagónica a mi vocación que es la investigación en ciencia pura. Toda esta perorata, insisto, es para dejar en claro el sesgo y las limitaciones de este trabajo. No es mi intención molestar a algunos colegas, y lo único que deseo hacer es exponer mis sentimientos encontrados.

El maestro en el posgrado

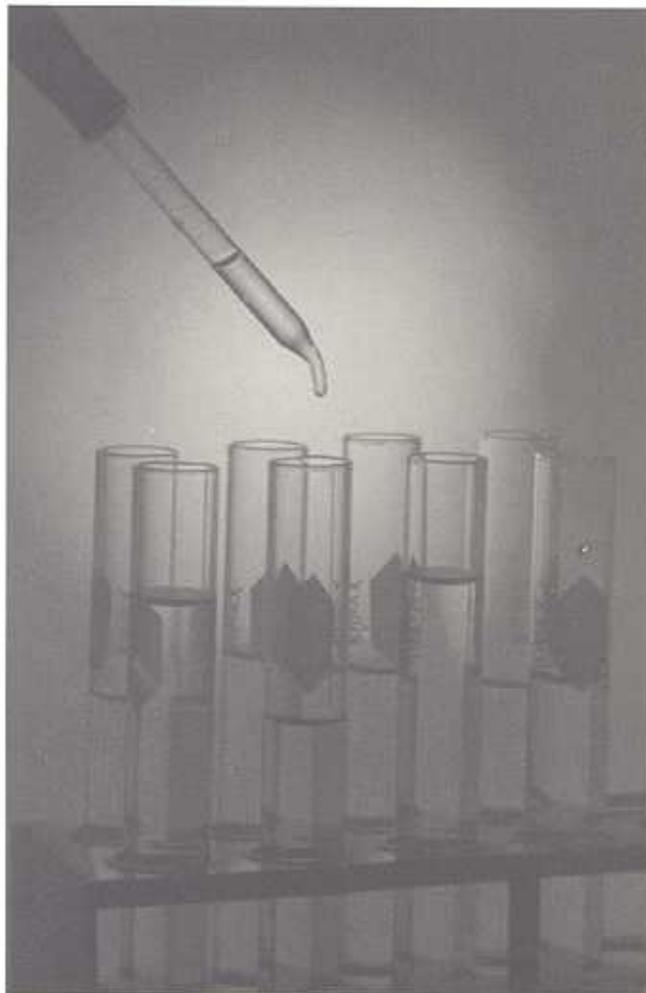
Una de las responsabilidades del investigador-profesor es transmitir sus conocimientos científicos a los alumnos en particular y a la comunidad en general. Durante la etapa de licenciatura, cuando el alumno entra en la mayoría de edad y comienza sus estudios universitarios, las universidades y otros centros de enseñanza buscan científicos con buenas condiciones didácticas

y vocación para enseñar, más que para inves-



tigar. Este requerimiento es muy lógico, pues en esa etapa de formación el futuro científico adquiere el conocimiento y las herramientas básicas para poder aplicarlas en la solución de problemas aplicados o continuar avanzando en la ciencia. La habilidad y la vocación por la enseñanza son las que valoramos más en la etapa de la educación universitaria, cuando se requiere de la máxima capacidad para incorporar a la mente fresca del estudiante los extraños y nuevos conocimientos de las ciencias básicas, en nuestro caso matemáticas, física, química y biología. Esas serán las armas principales que utilizarán en la enseñanza de posgrado, particularmente en las ciencias exactas y naturales, aunque en la actualidad se van extendiendo a las otras ciencias. La investigación no tiene mayor peso en esta etapa.

Al pasar al nivel de posgrado, la habilidad didáctica del científico no es tan importante como su vocación y su capacidad para hacer investigación. El alumno ya fogueado en la licenciatura tiene un cerebro más adaptado para adquirir conocimientos, aún los que imparten profesores con poca habilidad didáctica, y es capaz de soportar has-



ta a un maestro soporífero, si éste le puede transmitir los conocimientos más recientes de la ciencia en su ramo. Ese es el perfil de un investigador normal laborando en una universidad: realizar investigación, educar al alumno de grado en una especialidad de la ciencia, y en la metodología que debe usar en la investigación de cualquier problema, la tremenda lógica del método científico.

Si bien las funciones durante estas dos etapas de la formación del científico están bien diferenciadas, hay una responsabilidad común en ambas que supera esas diferencias, y que en mi opinión constituye algo sagrado en el sentir del científico: "enseñar", algo que se debe considerar como una responsabilidad ineludible y prioritaria, ya sea en la licenciatura o en el posgrado. Esta responsabilidad no debería relegarse a un segundo lugar. Con ello pretendo enfatizar que el profesor debe considerar esta actividad continua como algo sagrado, que se debe cumplir sin titubear, ni postergar por ningún otro requerimiento agregado. Esta misión tiene una dimensión adicional en el caso de actividad curricular de excelencia.

Este último comentario responde al hecho de que muchos colegas consideran la docencia como una labor rutinaria, de segunda importancia; pienso que esta actitud constituye una seria falta de respeto al alumno, ya que es una de las obligaciones básicas del científico que labora en universidades y centros de enseñanza. La subestimación de nuestra función de transmitir nuevos conocimientos se traduce en otras actitudes: no cumplir con los horarios establecidos, delegar en estudiantes la función de enseñar, y considerar esta responsabilidad como algo que hay que cumplir, simplemente por cumplir. He escuchado estos comentarios: "lamento no poder participar como asesor o sinodal, puesto que debo continuar con mis trabajos para el SNI". Algunos colegas insisten que los investigadores deben concentrarse en la investigación y que todo lo demás es secundario. Personalmente no estoy de acuerdo con este razonamiento, que en muchos casos puede tomarse como un gesto de arrogancia y no encaja con el perfil del científico verdadero. En este caso me pregunto si un país en desarrollo se puede dar el lujo de dilapidar los considerables fondos que se dedican a la investigación científica pura, teniendo en cuenta los problemas de toda índole que afectan a dichos países, y que requieren desesperadamente de la ciencia para superarlos. Personalmente, soy un admirador y estoy convencido de los logros de la ciencia pura, y debo reconocer que cuando laboraba en una universidad de los EUA me causaba cierta repugnan-

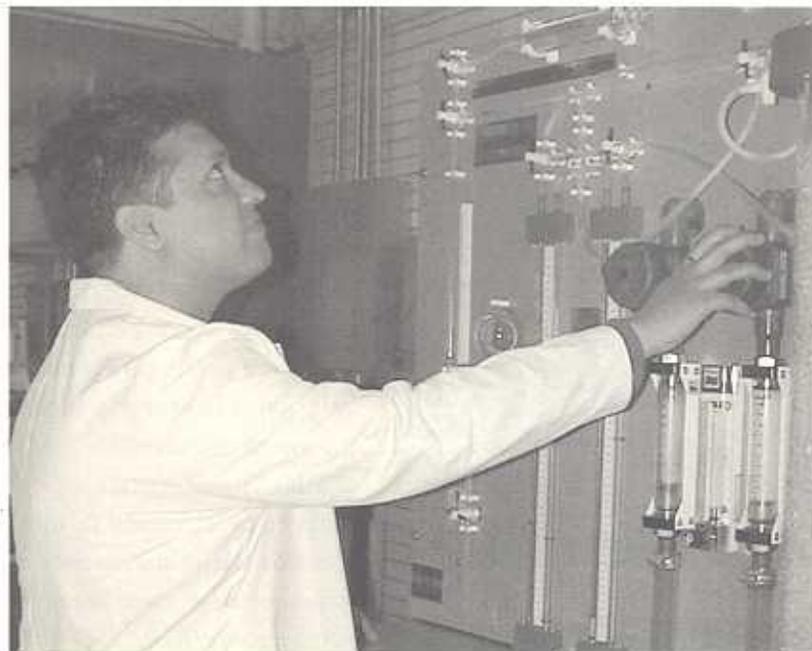
cia elaborar proyectos de investigación que fueran orientados a resolver un problema (*mission oriented*).

Publicar por publicar

Sin dejar de lado este argumento me pregunto cuál ha sido nuestra contribución al nuevo conocimiento en el mundo entero, principalmente con relación a los fondos invertidos en nuestro SNI, que ha estimulado y premiado el publicar, publicar y publicar: el análisis es preocupante. Esta selectividad no es sana, ya que no reconoce el esfuerzo de los colegas que aportan fondos de investigación, los formadores de alumnos y otros trabajos más modestos que mantienen viva nuestra ciencia.

No critico que se quiera premiar económicamente los logros académicos, pero estimo que tales logros no deberían restringirse solamente a publicar; ello ha modificado la mística que caracterizaba el verdadero científico. Recuerdo con cierta nostalgia la satisfacción que nuestros jóvenes investigadores de otros tiempos experimentaban cuando su trabajo era reconocido por sus padres y no comento lo que era trabajar para algún gigante de la academia. Con gran pena debo aceptar que el premio económico ha puesto en evidencia aspectos escondidos de los científicos que han modificado la mística natural en el hombre de la ciencia, y han desnaturalizado la ciencia pura y aplicada.

¿Qué hemos logrado con este tipo de motivación para publicar? Al menos en la ciencia ambiental es un aspecto positivo ya que conocemos mucho más de nuestro medioambiente y ello es básico para manejar sustentable o sostenidamente nuestros ecosistemas, tan amenazados por el desarrollo humano o antropogénico. Lástima que ese conocimiento se haya divulgado principalmente en un idioma que no es el nuestro y que por lo tanto sea menos accesible a la comunidad. Las revistas científicas en español no sólo han desaparecido, sino que



se considera rebajar nuestro estatus si publicamos en ellas. Por otro lado, me pregunto qué hubiera sucedido si el hecho de publicar no hubiera sido nuestra obligación natural al laborar en una institución académica y más aún si ella está calificada como de excelencia.

Consecuencias negativas

Sin embargo, las consecuencias negativas son en mi opinión mucho más serias. Una gran parte de los artículos científicos que hoy se publican en las revistas especializadas son lo que antiguamente se consideraba como comunicaciones, en la época en que no existían tantas revistas como actualmente: ello es en cierta parte ofensivo para nuestro orgullo y se hace evidente cuando comparamos en esas revistas nuestros artículos y encontramos algo similar publicado en la misma revista por colegas del primer mundo ¿Porqué entonces aceptan nuestros trabajos? No pretendo criticar a dichas revistas, solo deseo interpretar la razón de ese proceder. Lo prioritario sería estimular a nuestros jóvenes científicos, a menudo reacios a publicar, y en tal sentido aplaudo ese proceder, dentro de ciertos límites.

La otra razón, a la que doy más peso, es que la tendencia actual de la ciencia ambiental en los países desarrollados es extender el alcance de sus estudios a esquemas globales, y para ello necesitan por lo menos información fidedigna de lo que



Al pasar al nivel de posgrado, la habilidad didáctica del científico no es tan importante como su vocación y su capacidad para hacer investigación.

pasa en el medio ambiente de otros países y regiones, en especial de los países en desarrollo.

Esta información es la que se obtiene de las comunicaciones de los científicos de dichos países. Me parece indispensable estimular la publicación por lo menos de datos ambientales en revistas especializadas. Ello es un gran aporte para la ciencia global y para el mejor conocimiento del mundo en que vivimos, ¿pero cuáles son las consecuencias de este estímulo en la formación de muchos de nuestros talentosos jóvenes científicos, además de una jugosa recompensa económica?

Su objetivo inmediato es publicar y publicar lo más frecuente y rápido posible, aunque sea información sobre datos ambientales interpretados en forma rutinaria mediante los numerosos programas que facilitan la obtención de esos datos (aunque debo admitir que a menudo el investigador no conoce el fundamento de esos programas), que apoyan a técnicas comunes de estudios de ecosistemas. Cualquier nuevo ecosistema es motivo de una nueva publicación y por lo tanto de más crédito académico, aunque la contribución no sea realmente de la calidad científica de la revista en cuestión. Además, el estímulo de una compensación material hace que los investigadores descuiden o pasen a segundo término las obligaciones intrínsecas que tienen con sus instituciones.

No existe ya el orgullo de pertenecer a tal o cual institución, sino de pertenecer al SNI, lo que en el fondo refleja cierta arrogancia nada recomendable y propicia que se ignore el valor de nuestras instituciones académicas. Con el deseo de publicar se ha

desjerarquizado el prestigio académico de muchas instituciones, ya que el esfuerzo de muchos investigadores se dirige a buscar fondos para llevar a cabo proyectos muy a menudo por debajo de la jerarquía de la institución en que prestan sus servicios, o se eliminan fuentes de ingreso de consultores privados que ganan su sustento con esa labor. Estoy convencido que las instituciones académicas de excelencia tienen el orgullo de que ellas son buscadas para ejecutar proyectos de envergadura y sus investigadores no tienen que salir a conseguir fondos para desarrollar pequeños proyectos o desempeñar servicios que son de la competencia de la actividad privada. En lo personal aspiro que nuestra Unidad Mérida sea el MIT o el Harvard de México en la ciencia ambiental.

Aparte de este aspecto particular al que se le considera como la máxima representación de la excelencia, deseo destacar otros aspectos complementarios que son características importantes de la excelencia de una institución. La excelencia se debe manifestar desde la entrada hasta el último rincón de las instalaciones, es decir, desde la caseta de ingreso, las aulas, los servicios al alumnado, en particular los del posgrado, y finalmente al respeto mutuo entre profesores y alumnos.

Aparentemente en nuestro sistema educativo hispanoamericano de licenciatura y de posgrado se practican métodos de enseñanza de escuela primaria, es decir con un aspecto tutelar sobre el alumno, y esto se traduce en falta de respeto al estudiante, y con ello no me refiero al respeto de forma en el tratamiento urbano; me refiero específicamente a que algunos profesores cambian a su conveniencia los horarios establecidos por la coordi-

nación, suspenden clases regulares, asignan la impartición de sus clases a estudiantes más avanzados y otras irregularidades inconcebibles en un sistema educativo, y mucho menos si está calificado de excelencia. Esto es una falta de respeto total al estudiante y un signo de arrogancia que no es nada ejemplar en su formación. Nunca he visto esta actitud en los EUA, donde el respeto al estudiante aún por investigadores de muy alto calibre, es algo sagrado. Se me ha argumentado que eso no es tolerado por los estudiantes norteamericanos puesto que la enseñanza allí es pagada por los propios estudiantes que hacen valer sus derechos. Yo no acepto este argumento, puesto que si en nuestro caso la enseñanza es gratuita, el dinero del gobierno proviene finalmente de nuestros bolsillos. El problema es más de fondo y proviene de nuestra concepción equivocada de la omnipotencia del profesor. El seguir con las prácticas mencionadas perpetúa en nuestros estudiantes el proceder irrespetuoso en nuestra profesión. Yo hago un símil de este comportamiento con el manejo de ecosistemas, es decir con la emisión de legislación ambiental, en la cual no se considera la participación comunitaria, tan recomendada actualmente en la profesión de manejo del medio ambiente.

He tenido la oportunidad de conocer una institución de excelencia, y es por ello que me atrevo a opinar sobre ese particular. En los comienzos de la segunda década del siglo pasado se generó una nueva técnica en la geología marina: la introducción de la geofísica como herramienta para estudiar la constitución del subsuelo marino. El *Lamont-Doherty Geological Observatory* de la Universidad de Columbia en Nueva York tomó la iniciativa en esta nueva rama de la oceanografía; tanto en sus instalaciones en los Palisades de Nueva York como en su buque de investigación, la goleta *Vema*, se respiraba un ambiente de excelencia en todo lo que los técnicos y los marineros hacían. Tuve la suerte de ser muy buen amigo de su director, el Dr. Maurice Ewing y de sus talentosos colaboradores, por el hecho de llevar investigaciones conjuntas en el Atlántico sud occidental y en el océano Antártico. Aparte de los trabajos de campo en el mar, tuve que concurrir a menudo a su universidad en EUA. No puedo describir la sensación de excelencia que me agobiaba al entrar a ese ambiente, y tal vez un análisis de su evolución y su contribución al conocimiento global de los océanos pueda explicar mejor que yo esa sensación de estar en un lugar sagrado para la ciencia.

Podría seguir escribiendo más sobre este tema, pero temo no saber cuándo poner término a mis comentarios.

Por lo tanto me permito sintetizar lo expresado anteriormente y destacar algunas recomendaciones que espero sean sólo una expresión de buenos deseos.

Comentarios finales

- 1) No olvidemos que somos de los pocos afortunados que nos pagan por trabajar en lo que nos gusta, en nuestro caso comprender cómo funciona nuestro planeta. Me pregunto qué otra satisfacción puede superar esta situación.
- 2) Recordar que la compensación monetaria que nos ofrecen por hacer lo que debemos hacer no nos exime de cumplir con las obligaciones innatas de respetar a nuestros alumnos y prestigiar a nuestra institución. No hay sustituto para ese argumento.
- 3) Los directores de los centros científicos deben ser los responsables de transmitir ese sentido de humildad y lealtad a la institución, a su equipo científico, a los estudiantes y a la comunidad involucrada. Esta tarea no es nada fácil.
- 4) Se ha adoptado el programa SNI para premiar solamente la publicación de artículos científicos. Siento que ello ha desnaturalizado a la ciencia del país y generado actitudes extrañas de los investigadores, nada favorables a la motivación de un científico. Esta política ya ha sido adoptada y no pretendo cambiarla radicalmente; simplemente aspiro a que este documento sirva para modificar o ampliar el reconocimiento a los colegas involucrados tanto en proyectos modestos o no espectaculares, como en el desarrollo de las actividades fundamentales de la educación y al prestigio de la institución en la que laboran y a favor de la ciencia mexicana. Puedo asegurar, con conocimiento de causa, que el apoyo que recibimos en el país para el desarrollo de la ciencia es muy superior al del resto del mundo hispano y latinoamericano. Eso habla muy bien de la relevancia que nuestros políticos otorgan a nuestra querida actividad y ello nos obliga a responder con la misma moneda.

Como lo expreso arriba, espero estar equivocado en mi apreciación de la situación actual de la ciencia; si no es así lamento haber sido testigo de la desaparición de la ciencia romántica y de alta distinción a favor de una ciencia netamente materialista, sin alma y sin dueño. ☺

Declaración de las organizaciones de la sociedad civil mexicana para la posición ante la cumbre mundial de desarrollo sostenible de Johannesburgo

<http://www.union.org.mx/articulos/declaratoriacumbre.htm>

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS) que se desarrollará en Johannesburgo este año es una valiosa oportunidad para recordar y retomar los acuerdos suscritos en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, los valiosos contenidos de la Agenda 21, la Carta de la Tierra y en general para difundir y fortalecer la preocupación por la conservación ambiental y el fomento al desarrollo sostenible, como un nuevo paradigma civilizatorio para el siglo que está empezando.

Ha habido importantes y reconocibles avances en estos diez años desde la Cumbre de la Tierra: en el aumento de la conciencia y preocupación de la sociedad acerca de los problemas ambientales, en la aceptación y difusión prácticamente a nivel mundial del paradigma del desarrollo sostenible, en la organización de Convenciones y protocolos internacionales y en la construcción de instituciones y legislación a nivel de los países. Sin embargo, a pesar de estos avances, los esfuerzos no han sido suficientes, las evaluaciones y los indicadores muestran que los problemas sociales y ambientales se siguen agravando. Los procesos de deterioro ambiental continúan avanzando, los patrones de producción y consumo insostenibles no han sido modificados y la pobreza y la desigualdad persisten y se profundizan.

Resulta por ello más urgente, reorientar el proceso de reforma y tránsito del modelo de civilización hacia al desarrollo sostenible, a través de un cambio profundo de las políticas económicas, sociales y de fomento, para en-

frentar con mayor éxito los retos que plantean la persistencia de los procesos de deterioro ambiental y desigualdad y pobreza.

Es indispensable aumentar la atención a los asuntos ambientales y sociales en las políticas públicas para lo cual se requiere la reforma de los arreglos para la gobernabilidad, que permitan que los asuntos ambientales y sociales estén transversalmente incorporados en todos los ámbitos de las políticas de desarrollo.

Profundizar la reforma hacia el desarrollo sostenible requiere del incremento de la conciencia y la participación del conjunto de la sociedad y sus organizaciones, y de la apertura de espacios públicos a la participación civil y social para la toma de decisiones sobre políticas públicas, particularmente en el diseño de las políticas de fomento productivo.

Un primer paso necesario fue la constitución del Comité Nacional Preparatorio de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible que el gobierno mexicano instaló con la participación de las diferentes dependencias del ejecutivo, varias comisiones de ambas Cámaras del Congreso, los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable y de diversas organizaciones de la sociedad civil. También resulta muy positiva la propuesta de construir una posición mexicana conjunta gobierno sociedad civil para discutirla y negociarla con mayor fuerza a la Cumbre.

En los últimos meses, en el marco de este Comité, diversas organizaciones de la sociedad civil hemos desa-





rollado un intenso trabajo de preparación en varios foros y seminarios en varios sitios del país. Un resultado de estas actividades, ha sido la generación de un proceso de organización, discusión, comunicación y fortalecimiento de los lazos y vínculos entre diversas ONG ambientalistas, feministas, académicas, privadas y sociales de todo el país, quienes convocadas por un grupo de organizaciones y redes nacionales, hemos acordado elaborar y difundir esta declaratoria que también persigue hacer un llamado para dar continuidad y reforzar este proceso que sin duda permitirá impulsar logros y avances concretos hacia la sustentabilidad en el país.

A nivel mundial, el proceso preparatorio tampoco ha sido fácil ni se ha desarrollado en el mejor ambiente. La situación internacional se ha vuelto más desventajosa para el logro de acuerdos multilaterales y de compromisos de los países ricos con la comunidad internacional, ya que se ha fortalecido un esquema unipolar que no resulta conveniente para el avance de la democracia mundial, ni para la gobernabilidad internacional que el desarrollo sostenible requiere. Por ello existe todavía una gran oposición de muchos países, pero principalmente de los Estados Unidos a comprometerse con los acuerdos que el mundo reclama para la Cumbre. Una gran parte del documento «Proyecto del Plan de Aplicación de la CMDS» permanece encorchetado por falta de acuerdo y así crece el riesgo de que Johannesburgo se convierta en una Cumbre más sin trascendencia.

Por ello reconocemos el compromiso del Gobierno Mexicano con la Cumbre y la disposición del Presidente

Vicente Fox de asistir a Johannesburgo. Exhortamos a los Jefes de Estado de todo el mundo, pero principalmente de los países desarrollados, para que asistan a la Cumbre y se comprometan con el desarrollo sostenible.

A través de esta declaración, comunicamos un conjunto de propuestas a nivel nacional e internacional para avanzar hacia el desarrollo sostenible. Las organizaciones de la sociedad civil abajo firmantes nos comprometemos a impulsar en la Cumbre de Johannesburgo las siguientes propuestas y convocamos al Gobierno Mexicano a que las incorpore en su posición.

1. Reconocemos la Carta de la Tierra como una valiosa contribución al desarrollo de una visión compartida de valores y principios fundamentales y la creación de una alianza global para el desarrollo sostenible. Demandamos a los Gobiernos cumplir su compromiso de observarla como un marco ético para el diseño de las políticas públicas con miras a recuperar la senda trazada en Río hacia la sustentabilidad.
2. Es necesario un cambio en las modalidades de desarrollo y de globalización seguidas, excluyentes y depredadoras, para dar lugar a políticas internacionales basadas en la democratización, los derechos humanos, la lucha contra la pobreza y la degradación ambiental y a favor de la sustentabilidad del desarrollo. Es necesario medir el tránsito hacia un desarrollo sostenible y la aplicación de la Agenda 21. Para construir las formas de medición apropiadas se requiere de un organismo intergubernamental, con financiamiento y fuerte participación científica, académica y social, que acuerde los instrumentos para el monitoreo y evaluación de los avances hacia el desarrollo sostenible a nivel mundial.
3. Es necesaria una nueva gobernabilidad internacional basada en el fortalecimiento del multilateralismo, en la democratización, el respeto a los derechos humanos, la lucha contra la pobreza y contra la degradación ambiental y por el desarrollo sostenible. Los organismos financieros y comerciales (Banco Mundial, Fondo Monetario Internacional, la Organización Mundial de Comercio) deben apegarse a los lineamientos multilaterales acordados por la comunidad internacional para su democratización y la ONU debe ser fortalecida.
4. Los países deben comprometer recursos para fortalecer a los organismos ambientales internacionales y de promoción del desarrollo sustentable, como la CDS y

el PNUMA, así como a darles el nivel necesario, para que tengan mayor influencia en las decisiones mundiales. Hay que fortalecer los compromisos asumidos en las Convenciones y Protocolos por medio de metas cuantitativas, fomentar su cumplimiento, la articulación entre Convenciones, así como exhortar a que todos los países suscriban sus compromisos. Se deben construir instrumentos de evaluación social y ambiental de las políticas económicas internacionales y la adopción de indicadores de impacto.

5. México debe apoyar el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas de los países para el logro de las metas del desarrollo sostenible como lo establece el principio 7 de la Declaración de Río.
6. La iniciativa mexicana de crear una alianza entre los países megabiobiosdiversos constituye un importante acuerdo que se debe profundizar y completar con la promoción alianzas entre los custodios de la biodiversidad, las organizaciones civiles ambientalistas de esos países y entre éstos y sus gobiernos.
7. Debemos tasar las transacciones financieras para alimentar un fondo para apoyar la sustentabilidad del desarrollo, promover el comercio de bienes certificados con base en prácticas de producción ambientalmente deseables, el reconocimiento y pago de servicios ambientales y la estabilización de mercados de producciones ambientalmente sensibles. Se deben acordar criterios internacionales para la quita de la deuda insostenible y se debe reorientar la estructura de las finanzas públicas con base en criterios ambientales como parte de un esfuerzo internacional.
8. Debemos insistir en el cumplimiento del compromiso de canalizar el 0,7 % del PIB de los países desarrolla-

dos a la ayuda oficial al desarrollo de los más pobres.

9. El acceso de los ciudadanos a la información, a la participación en la toma de decisiones y a la justicia en materia ambiental, son precondiciones del desarrollo sustentable. Por ello México debe aprobar y promover mecanismos, instrumentos y procedimientos para la implementación efectiva del principio 10 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

En los asuntos internos proponemos los siguientes puntos:

1. Demandamos un cambio en la modalidad de desarrollo imperante para sustituirlo por el impulso a estrategias de desarrollo sostenible en el que la erradicación de la pobreza y la conservación y restauración ambiental sean asuntos prioritarios. Verificar el cambio requiere de medir el avance en la sustentabilidad del desarrollo.
2. Las políticas ambiental, social, la de equidad de género y la de apoyo a otros grupos prioritarios como jóvenes e indígenas deben lograr un significativo y conspicuo fortalecimiento para que tengan un mayor peso, mayores recursos presupuestales y sean transversales a todas las políticas públicas nacionales. Para ello proponemos la constitución de un gabinete de desarrollo sostenible con fuerza y atribuciones plenas que integre esas dimensiones a todos los programas públicos y especialmente a la política económica. Esto debe complementarse con un mecanismo de evaluación del impacto ambiental de las políticas públicas, especialmente de la económica, que permita incorporar con mayor fuerza el componente ambiental.
3. Demandamos el fortalecimiento de la participación social y civil en las decisiones sobre políticas públicas a todos niveles. Se debe construir un sistema de participación a través de Consejos sectoriales y territoriales ampliamente representativos, plurales e inclusivos, que tengan autonomía, presupuestos propios y mayores atribuciones para participar en las decisiones fundamentales del diseño, normatividad, operación y evaluación de todas las políticas públicas. Los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable deben ser reformados profundamente para que se garantice su autonomía y tengan una mayor influencia en las decisiones, y así se transite hacia el sistema nacional de participación propuesto.
4. Se debe crear un organismo para el monitoreo y seguimiento de los avances y metas del país hacia el desa-



rollo sostenible, a través de l establecimiento de un sistema de indicadores, que cuente con amplia participación social y técnica.

5. El Estado Mexicano se debe comprometer a adoptar metas cuantitativas para el año 2004 en materia de sustentabilidad del desarrollo. La definición de estas metas y sus unidades de medida deberá ser el resultado de un proceso nacional en el cual se aborden por lo menos por lo menos la conservación del territorio y de su biodiversidad, cambio climático y la participación de energías renovables, la emisión de diversos contaminantes, seguridad alimentaria y transgénicos, degradación de los suelos, agua y bosques. En el proceso de planeación se deberán prever los medios de ejecución nacional.
6. Debe reconocerse el derecho tradicional de las comunidades indígenas sobre su territorio y sus recursos naturales, y su participación decisiva en la toma de decisiones en las políticas sobre los recursos comunitarios, principalmente bosques y selvas, fortaleciendo con instrumentos financieros y legales, así como con mecanismos e instancias de participación, la capacidad de las comunidades indígenas y locales en la conservación de los recursos naturales.
7. A fin de implementar el principio 10 de la Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo demandamos garantizar a los ciudadanos el acceso a la información ambiental así como el derecho a conocer y comprender información confiable, veraz y oportuna sobre productos de consumo y manejo de sustancias que pongan en riesgo la salud de la población o el equilibrio ecológico; Se requiere conformar un organismo que vigile el respeto al derecho de información ambiental integrado por organismos civiles de todos los sectores y entidades gubernamentales. Se debe promover la consulta pública de planes y programas ambientales y el desarrollo de sistemas de planeación democráticos.
8. Se deben reconocer legalmente los derechos ambientales de titularidad colectiva o el interés jurídico difuso de la ciudadanía.

Anexo. Los siguientes son temas puntuales de preocupación de las organizaciones civiles participantes en el proceso preparatorio.

Medición. Buscar la creación de un Comité internacional para elaborar un sistema oficial internacional de indicadores para cada una de las convenciones de medio ambiente.

Cambio Climático. Que la Convención de Cambio



Climático (CC) transfiera su agenda de sumideros y depósitos a la Convención de Lucha Contra la Desertificación (CD).

Incluir como una prioridad el tema de la conservación de las tierras y su característica de almacenamiento de carbono.

Suelos. Que el GEF financie proyectos de lucha contra la desertificación y la degradación de las tierras.

Sustancias Químicas. Prohibir la producción y comercialización de los 12 compuestos Orgánicos Persistentes acordados en el Protocolo de Estocolmo.

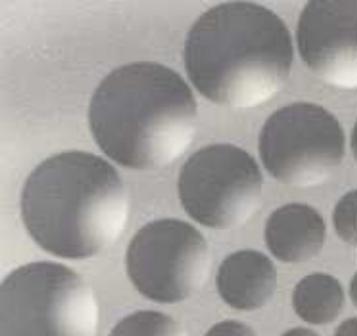
Bioseguridad. Prohibir la importación, liberación y producción de organismos genéticamente modificados, particularmente de aquellos para los cuales México es centro de origen y diversificación, como el maíz, el frijol, la calabaza, el jitomate, el amaranto, especies de pinos, entre muchos otros. Que el gobierno asuma su responsabilidad como país signatario del CDB y centro de origen de estas plantas decretando de manera urgente la detención de las importaciones de maíz transgénico.

Promulgar una ley de bioseguridad que proteja el germoplasma nativo, la biodiversidad, la salud de la ciudadanía y los derechos de las comunidades sobre la diversidad genética.

Instrumentar, legal, institucional y financieramente un amplio programa de apoyo a las semillas criollas, al desarrollo de la agricultura tradicional campesina y en general a garantizar la soberanía alimentaria.

Seguridad Nuclear. Cerrar o reconvertir la planta nucleoelectrica de Laguna Verde.

Alimentación. México tiene derecho a la soberanía alimentaria. ☺



Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica

(Resumen)

Recientemente se expidió la "Ley de Ciencia y Tecnología", reglamentaria de la fracción V del artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; entre su objeto más importante se encuentra regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en el país; establecer las instancias y los mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, así como de vinculación y participación de la comunidad científica y académica de las instituciones de educación superior para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología; vincular la investigación científica y tecnológica con la educación; apoyar la capacidad y el fortalecimiento de los grupos de investigación científica y tecnológica que lleven a cabo las instituciones públicas de educación superior, las que realizarán sus fines de acuerdo a los principios, planes, programas y normas internas que disponga sus ordenamientos específicos y regular la aplicación de recursos autogenerados por los centros públicos de investigación científica y los que aporten terceras personas, para la creación de fondos de investigación y desarrollo tecnológico.

En esta ley se establecen como bases de una política de Estado que sustente la integración del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología el incrementar la capacidad científica, tecnológica y la formación de investigadores para resolver problemas nacionales que contribuyan al desarrollo del país; promover el desarrollo y la vinculación de la ciencia básica y la innovación tecnológica; fortalecer el desarrollo regional a través de políticas integrales de descentralización de las actividades científicas y tecnológicas, y promover los procesos que hagan posible la definición de prioridades, asignación y optimización de recursos del Gobierno Federal para la ciencia y la tecnología en forma participativa.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se integra por la política de Estado en materia de ciencia y tecnología que defina el Consejo General, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, así como los programas sectoriales y regionales; las instituciones de los sectores social y privado y gobiernos de las entidades federativas, a través de los procedimientos de concertación, coordinación, participación y vinculación conforme a la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación y las actividades

de investigación científica de las universidades e instituciones de educación superior.

Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Por medio de esta ley, se crea el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, como órgano de política y coordinación, este Consejo tendrá como facultades destacadas las de establecer políticas nacionales para el avance científico y la innovación tecnológica; definir prioridades y criterios para la asignación del gasto público federal en ciencia y tecnología; aprobar el proyecto de presupuesto consolidado de ciencia y tecnología que será incluido en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación; aprobar los criterios y estándares institucionales para la evaluación del ingreso y permanencia en la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación.

En esta ley se determina que los instrumentos de apoyo no afectarán la libertad de investigación científica y tecnológica, sin perjuicio de la regulación o limitaciones por motivos de seguridad, de salud, de ética o de cualquier otra causa de interés público; las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico que reciban apoyo del Gobierno Federal difundirán a la sociedad sus actividades y los resultados de sus investigaciones y desarrollos tecnológicos, sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual correspondientes y de la información que, por razón de su naturaleza, deba reservarse. Se generará un espacio institucional para la expresión y formulación de propuestas de la comunidad científica y tecnológica. Este espacio deberá ser plural; representativo de los diversos integrantes de la comunidad científica y tecnológica.

Programa de Ciencia y Tecnología

La formulación del Programa de Ciencia y Tecnología estará a cargo del CONACyT. En dicho proceso se tomarán en cuenta las opiniones y propuestas de las comunidades científica, académica, tecnológica y sector productivo, convocadas por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico. A fin de lograr la congruencia sustantiva y financiera del Programa, su integración final se realizará conjuntamente por el CONACyT y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

El Programa deberá contener, cuando menos, la política general de apoyo a la ciencia y la tecnología; diagnósticos, políticas, estrategias y acciones prioritarias en materia de investigación científica y tecnológica, innovación y desarrollo tecnológico, formación e incorporación de investigadores,

tecnólogos y profesionales de alto nivel, difusión del conocimiento científico y tecnológico, colaboración nacional e internacional, fortalecimiento de la cultura científica y tecnológica nacional.

Financiamiento

En cuanto a los fondos, esta ley establece que podrán constituirse dos tipos: Los Fondos CONACyT que se crearán y operarán con arreglo a lo dispuesto por la propia ley y podrán tener la modalidad de institucionales; sectoriales; de cooperación internacional y los mixtos que se convengán con los gobiernos de las entidades federativas y los Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, cuyo soporte operativo estará a cargo de los centros públicos de investigación, se establecerán y operarán conforme a las disposiciones de esta ley. Estos Fondos serán constituidos y administrados mediante la figura del fideicomiso; serán los beneficiarios de estos fondos, entre otros, las universidades públicas y particulares que se encuentren inscritos en el registro, conforme se establezca en los respectivos contratos y en las reglas de operación de cada fideicomiso. En ninguno de estos contratos el CONACyT podrá ser fideicomisario; el fideicomitente será el CONACyT, pudiendo estos fondos recibir aportaciones del Gobierno Federal y de terceras personas. En las reglas de operación se precisarán los objetivos de los programas de apoyo, los criterios, los procesos e instancias de decisión para el otorgamiento de apoyos y su seguimiento y evaluación.

Las Secretarías o entidades aportarán directamente los recursos al fideicomiso en calidad de aportantes, informando a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de dichas aportaciones. Asimismo, podrán integrarse con aportaciones complementarias de terceros; la celebración de los convenios, por parte del CONACyT, requerirá de la previa notificación a su órgano de gobierno. Para la evaluación técnica y científica de los proyectos se integrará una comisión de evaluación en la que participarán investigadores científicos y tecnólogos del sector correspondiente designados de común acuerdo entre la entidad y el CONACyT.

Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación

El CONACyT promoverá la conformación y el funcionamiento de una Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación. Dicha Red tendrá por objeto definir estrategias y programas conjuntos, articular acciones, potenciar recursos humanos y financieros, optimizar infraestructura, propiciar intercambios y concentrar esfuerzos en áreas relevantes para el

desarrollo nacional, así como formular estudios y programas orientados a incentivar la profesión de investigación, fortalecer y multiplicar grupos de investigadores y fomentar la movilidad entre éstos; proponer la creación de nuevos grupos y centros y crear redes en áreas estratégicas del conocimiento.

Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología

Otro aspecto relevante es que se crea la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología como instancia permanente de coordinación institucional entre el CONACyT y las dependencias o entidades de los gobiernos de las entidades federativas competentes en materia de fomento a la investigación científica y tecnológica que acepten, a invitación del CONACyT, formar parte del mismo con el objeto de promover acciones para apoyar la investigación científica y tecnológica y de participar en la definición de políticas y programas en esta materia.

Evaluación Técnica y Científica de los proyectos

Para la evaluación técnica y científica de los proyectos se integrará una comisión de evaluación en la que participarán investigadores científicos y tecnólogos preferentemente de la entidad correspondiente designados de común acuerdo entre la entidad y el CONACyT; se concederá prioridad a los proyectos científicos y tecnológicos cuyo propósito principal se oriente a la atención de problemas y necesidades o al aprovechamiento de oportunidades que contribuyan al desarrollo económico y social sustentable de las regiones, de las entidades federativas y de los municipios.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico

A través de esta ley se constituye el Foro Consultivo Científico y Tecnológico como órgano autónomo y permanente de consulta del Poder Ejecutivo, del Consejo General y de la Junta de Gobierno del CONACyT, el cual tendrá por objeto promover la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica y tecnológica. Estará integrado por científicos, tecnólogos, empresarios y por representantes de las organizaciones e instituciones de carácter nacional, regional o local, públicas y privadas, reconocidas por sus tareas permanentes en la investigación científica y desarrollo e innovación tecnológicas, quienes participarán, de manera voluntaria y honorífica.

Las propuestas que presente el Foro Consultivo se formularán con base en las recomendaciones que realicen sus comi-

tés especializados y tomando en cuenta la opinión de las comunidades científicas, académicas, tecnológicas y empresariales. A petición del Poder Legislativo Federal, el Foro podrá emitir consultas u opiniones sobre asuntos de interés general en materia de ciencia y tecnología.

Investigadores

Los investigadores de todos los centros tendrán entre sus funciones la de impartir educación superior en uno o más de sus tipos o niveles. Las constancias, diplomas, reconocimientos, certificados y títulos y grados académicos que, en su caso, expidan tendrán reconocimiento de validez oficial correspondiente a los estudios impartidos y realizados, sin que requieran de autenticación y estarán sujetos a mecanismos de certificación para preservar su calidad académica.

Contarán con sistemas integrales de profesionalización, que comprenderán catálogos de puestos, mecanismos de acceso y promociones, tabulador de sueldos, programas de desarrollo profesional y actualización permanente de su personal científico, tecnológico, académico y administrativo, así como las obligaciones e incentivos al desempeño y productividad del trabajo científico y tecnológico. 



Más allá del uso de exámenes estandarizados

*Manuel Santos Trigo y
Cristóbal Vargas Jarillo



Formación matemática

El rendimiento bajo de los estudiantes mexicanos en matemáticas ha sido un tema reciente que la prensa nacional ha destacado en sus titulares. Se mencionan los resultados del estudio que realizó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 32 países sobre el aprovechamiento de estudiantes de nivel secundaria (15 años de edad) en comprensión de lectura, matemáticas y ciencias². En particular, en matemáticas los estudiantes mexicanos se ubican en el penúltimo lugar y este desempeño se encuentra muy por debajo del rendimiento promedio de los países participantes. Aunque el reporte es reciente, en la última década fue frecuente escuchar en el ambiente académico que los alumnos que llegan al nivel universitario, e incluso al posgrado, exhiben serias deficiencias en el empleo de sus recursos matemáticos, que no les permite consolidar una formación sólida de la disciplina. Las estadísticas muestran que cada vez son menos los estudiantes que llegan a culminar sus estudios universitarios en carreras de ingeniería y ciencias físico matemáticas y, en consecuencia, es mucho menor la cifra de los alumnos que desean continuar estudios de posgrado en matemáticas³.

*El Dr. Manuel Santos Trigo es investigador titular del Departamento de Matemática Educativa y el Dr. Cristóbal Vargas Jarillo es investigador titular del Departamento de Matemáticas del Cinvestav.
msantos@mail.cinvestav.mx
cvargas@math.cinvestav.mx
Artículo publicado en la revista *Avance y Perspectiva*, IPN, Vol. 22, enero-febrero de 2003.

¿Qué significan, en términos de competencia de la disciplina, los resultados de los exámenes internacionales? ¿Cuál es la relación entre los indicadores que se reflejan en ese tipo de exámenes, la selección del currículum y las formas de enseñanza? Existen diversos factores que influyen en el desempeño académico de los estudiantes.

Algunos se relacionan directamente con el tipo de contenido y las prácticas de enseñanza. Otros incluyen los hábitos de estudio que los propios estudiantes han desarrollado en sus experiencias de aprendizaje, así como el acceso a distintos materiales que incluyen las herramientas tecnológicas. En esta dirección resulta necesario identificar elementos básicos alrededor de lo que significa aprender la disciplina y así reconocer algunos indicadores que permitan caracterizar la competencia en cierta área o dominio por parte de los estudiantes. Por ejemplo, aun cuando las matemáticas son consideradas una disciplina universal, el que un estudiante resuelva bien un examen o cuestionario no necesariamente implica que ese estudiante haya aprendido matemáticas.

Aprender un dominio de conocimiento implica desarrollar una disposición o una forma de pensar que va más allá de la aplicación de reglas o procedimientos para responder series de preguntas estandarizadas: el tipo de preguntas que generalmente incluyen esos exámenes tienden

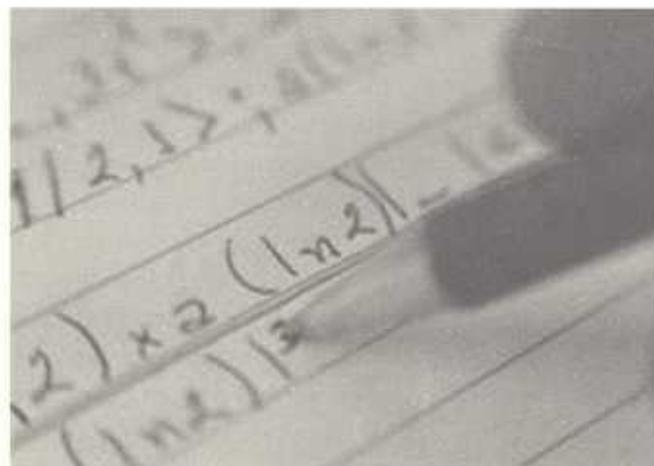
1. Reforma (4,5,6/12/01); La Jornada (10/12/01)
2. OCDE, *Knowledge and skills for life. First results from PISA (2000)*.
3. Estadística de egreso de la ESFM y Departamento de Matemática Educativa (Cinvestav, 2000).

a ser de respuesta corta y no dan cuenta de los procesos y cualidades de razonamiento que los estudiantes puedan exhibir en sus caminos de solución. Resulta necesario identificar el tipo de recursos que los estudiantes necesitan para resolver preguntas de opción múltiple y valorar la competencia que se evalúa en el uso de esos exámenes ya que, en muchos casos, los resultados que emergen en la aplicación de este tipo de instrumento pueden influir directamente tanto en la elección como en la instrumentación de los contenidos a estudiar (propuestas curriculares). Es decir, se usan más allá de ser indicadores de cierta competencia única deseable en los estudiantes: la meta general de la educación matemática de los estudiantes se reduce a que aprendan a resolver este tipo de exámenes aun cuando el salir bien en estas evaluaciones no necesariamente refleja un aprendizaje profundo de la disciplina. Gardner⁴ afirma que la forma de evaluación en la mayoría de las escuelas se reduce a un solo examen que se aplica al final de una unidad y que se mantiene en secreto hasta entonces. Los estudiantes no saben o les tienen sin cuidado las particularidades de su aprovechamiento: sólo quieren saber sus calificaciones finales.

El tipo de evaluación que da cuenta de la competencia de los estudiantes está relacionado con las ideas y la visión general que tienen los maestros de las matemáticas. Santos⁵ indica que existen diferencias notables entre la implementación de un currículum que se oriente hacia el desarrollo de habilidades operativas, uso de reglas y procedimientos de aquel que promueve el planteamiento y resolución de problemas en los estudiantes. En esta dirección, el tipo de actividades que se fomenten en el salón de clases necesariamente influye en el tipo de aprovechamiento que los estudiantes exhiban en sus procesos de entendimiento o resolución de problemas. Para entender la trascendencia de las evaluaciones que realizan a los estudiantes, es importante iniciar con una caracterización de lo que significa aprender la disciplina y tratar de identificar la visión de las matemáticas que está inmersa en ese tipo de evaluaciones. Además, es conveniente reflexionar sobre el tipo de matemáticas que los estudiantes necesitan desarrollar en sus experiencias pre-universitarias. Algunas preguntas que puede servir de marco inicial incluyen: ¿qué cultura matemática debe poseer el estudiante al terminar sus estudios pre-universitarios?, ¿qué relación existe entre las matemáticas escolares y el desempeño del estudiante en la vida cotidiana?, ¿qué tan importantes es incrementar el número de profesionistas en áreas como ingeniería, ciencias y

matemáticas?, ¿cuáles son los vínculos entre la educación primaria, secundaria, media superior y superior?, ¿cómo se formula e implementa el currículum en esos niveles?, ¿qué tipo de problemas ayudan a los estudiantes a desarrollar recursos matemáticos que pueden utilizar más allá del ambiente escolar?

La formación de los maestros, el currículum, la infraestructura de la escuela, los materiales de apoyo (libros, software, etc.) y ciertos aspectos del ambiente familiar son algunos componentes que influyen en la educación de los estudiantes. Sin duda que el reporte de la OCDE ha generado inquietud en todos los niveles de la sociedad; en particular, la comunidad académica no debe aislarse de esta realidad y resulta necesario identificar los ingredientes importantes alrededor de esta problemática que permitan proponer algún camino de solución. Los que desarrollan la disciplina (matemáticos); los que realizan investigación en educación matemática (educadores matemáticos); los que guían a los estudiantes en sus experiencias de aprendizaje (maestros); y los usuarios de las matemáticas deben participar directamente en una colaboración profesional que permita establecer un



marco de discusión donde se relacionen los avances de la disciplina, la necesidad de una formación matemática de todos los estudiantes y las distintas formas de aprendizaje. En esta dirección, intentamos:

- 1) Situar en un contexto general las encuestas que tratan de evaluar el aprovechamiento matemático de los estudiantes;

4. H. Gardner, *The disciplined mind. Beyond facts and standardized tests, the K-12 education that every child deserves* (Penguin Books, 2000=).

5. M. Santos, *Mathesis* 9, 419 (1993).

- II) Destacar la necesidad de mantener una colaboración continua entre la comunidad matemática, maestros y educadores matemáticos que permita plantear y revisar constantemente las líneas de desarrollo de la educación matemática preuniversitaria; y
- III) Plantear ejemplos acerca del tipo de problemas que los estudiantes necesitan enfrentar en sus experiencias de aprendizaje. En particular nos interesa mostrar ejemplos donde ideas y conceptos básicos (ordenar, ponderar, medir, estimar, calcular, etc.) desempeñan un papel importante en el tratamiento de situaciones cotidianas. En general, estas ideas no se destacan en las propuestas tradicionales del currículum.

Caracterización de las matemáticas y su aprendizaje

Se puede iniciar una reflexión sobre lo que significa aprender matemáticas y en ese contexto tratar de entender los resultados de los distintos tipos de evaluación del aprovechamiento de los estudiantes: ¿qué es lo que evalúa exactamente el cuestionario que aplica la OCDE?, ¿qué tipo de preguntas tienen que contestar los estudiantes?, ¿cuáles son las condiciones (tiempo, número de preguntas) en que se aplica el cuestionario? En términos generales: ¿es posible caracterizar la conceptualización o visión de las matemáticas a partir del análisis de las preguntas que los estudiantes responden? Para abordar estas preguntas es necesario identificar los aspectos importantes que aparecen en el aprendizaje de las matemáticas. En los últimos 15 años se ha reconocido que el aprender matemáticas va más allá de que el estudiante aprenda un conjunto de reglas, fórmulas o procedimientos para resolver listas de problemas rutinarios. Se acepta que en el proceso de aprender la disciplina los estudiantes necesitan desarrollar una disposición y forma de pensar donde constantemente busquen y examinen diferentes tipos de relaciones, planteen conjeturas, utilicen distintos sistemas de representación, establezcan conexiones, empleen varios argumentos y comuniquen sus resultados. Por ejemplo, la NCTM⁶ identifica dos componentes fundamentales que todos los estu-

Las matemáticas son una forma de ver al mundo físico, biológico y sociobiológico que habitamos y el mundo de nuestras mentes y nuestros pensamientos

tes preuniversitarios deben desarrollar en sus experiencias de aprendizaje:

- I) Líneas de contenido que comprenden el desarrollo del pensamiento numérico, algebraico, geométrico, y aspectos relacionados con la actividad de medir, ordenar y manejar información (estadística);
- II) Procesos inherentes al quehacer de la disciplina donde se destaca la resolución de problemas, el razonamiento matemático, las conexiones matemáticas, el empleo de representaciones y la comunicación de resultados.

Estos dos componentes apuntan a una visión de las matemáticas que promueve el estudio de diversas líneas del pen-

samiento matemático desde la educación básica y rompe con el esquema de proponer un arreglo por asignaturas (aritmética, álgebra, geometría, etc.). Es decir, los estudiantes tienen oportunidad de desarrollar simultáneamente ideas de variación, medición, búsqueda de patrones, lugares geométricos, y comunicación de resultados desde la enseñanza elemental y continuar su estudio hasta la enseñanza preuniversitaria. Por ejemplo, las ideas de variación o cambio que aparecen en las experiencias de los estudiantes de primaria eventualmente se transforman en las ideas po-

derosas del cálculo. La actividad de identificar y describir el camino o huella que dejan partes de una figura al mover ciertos componentes dentro de una configuración llega a ser una estrategia importante para distinguir y analizar propiedades de lugares geométricos que aparecen en el estudio de la geometría analítica.

Existen otras formas de caracterizar a las matemáticas; por ejemplo, Devlin⁷ las identifica como la ciencia de los patrones: “Es una forma de ver al mundo físico, biológico y sociológico que habitamos y el mundo de nuestras mentes y pensamientos”. En esta dirección, el quehacer matemático se puede caracterizar como la actividad de

6. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). *Principles and Standards for School Mathematics* (2000).

7. D. Devlin. *Mathematics, the Science of Patterns*. (Scientific American Library, 1994).

encontrar y examinar patrones asociados o productos de esos mundos. Estos patrones pueden ser numéricos, entre figuras o formas, patrones de movimiento y en general patrones de comportamiento de relaciones. Además los patrones pueden ser reales o imaginarios, visuales o mentales, dinámicos o estáticos, cualitativos o cuantitativos, de interés utilitario o de carácter recreativo.

El referente de estudio de estos patrones puede ser el mundo que nos rodea o una reflexión pura de la mente del individuo. Devlin selecciona seis temas generales para caracterizar a las matemáticas: I) patrones numéricos que implican el reconocimiento de propiedades de colecciones de números II) patrones de razonamiento y comunicación que incluyen procesos de argumentación y prueba; III) patrones de movimiento y cambio donde las matemáticas proveen los objetos (números, puntos, líneas, ecuaciones, gráficas, etc.) para estudiar fenómenos en movimiento; IV) patrones entre figuras o formas geométricas que permiten identificar y examinar propiedades de colecciones de esas figuras; V) patrones de simetría y regularidad que permiten capturar relaciones profundas o abstractas de las figuras u objetos; y VI) patrones de posición donde interesa analizar y describir patrones de acuerdo a su posición y no tanto bajo la consideración de sus propiedades geométricas.

Schoenfeld⁸ relaciona a las matemáticas con el proceso de resolución de problemas. Afirma que el proceso de aprender matemáticas es similar a la forma de desarrollar la disciplina. En este contexto ubica un marco donde



identifica elementos centrales alrededor de la competencia matemática de los estudiantes: el conocimiento base del que disponen los estudiantes para entender y representar conceptos o resolver problemas (incluye las definiciones básicas, el empleo de alguna notación y el uso de algoritmos); las estrategias de resolución de problemas como el empleo de diagramas o la consideración de casos particulares; los aspectos que ayudan a evaluar toma de decisiones y el monitoreo del propio proceso de solución, y las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas y la resolución de problemas.

Se observa que caracterizar el aprovechamiento matemático de un estudiante implica analizar su desempeño en la resolución de problemas donde todos estos elementos sean relevantes en el proceso de solución. En consecuencia, resulta necesario considerar una variedad de problemas que permita que el estudiante exhiba distintos procesos del pensamiento matemático. Además, es también importante que el propio estudiante identifique, explore, pruebe y comunique distintas relaciones matemáticas. Con la ayuda de la tecnología, en algunos casos los mismos estudiantes participan en el proceso de formulación o descubrimiento de relaciones matemáticas.

Así resulta difícil que un instrumento como los exámenes estandarizados capturen la esencia de las tres caracterizaciones anteriores. Como consecuencia, resulta problemático juzgar o evaluar el rendimiento matemático de los estudiantes a partir de un conjunto de preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas que los estudiantes tienen que enfrentar en tiempos reducidos. Esto es, las formas de razonamiento y las cualidades del quehacer matemático requieren de herramientas más flexibles que permitan a los estudiantes exhibir sus concepciones acerca de la disciplina y sus procesos de solución. Además, la atención a este tipo de exámenes llega a confundir o distorsionar las metas importantes de lo que significa aprender matemáticas⁹. Lo que resulta evidente es que aun en las pruebas estandarizadas, los estudiantes mexicanos experimentan serias dificultades⁹.

Más allá de los exámenes estandarizados

En los países asiáticos (donde sus estudiantes consistentemente aparecen con más aciertos en los exá-

8. A. Schoenfeld, *Handbook of International Research in Mathematics Education: Directions for the 21st Century* (Lawrence Erlbaum Ass. Mahwah, N.J. 2002).

9. M. Santos, *Avance y Perspectiva* 20, 247 (2001)=

10. H.C. Lew, O.K. Kim, *J. Korea Educational Studies in Mathematics* 6, 2 (1996).



menes internacionales) se han realizado algunos estudios con la intención de documentar la profundidad de los conocimientos matemáticos de sus estudiantes. Lew¹⁰ cita resultados de un trabajo donde se pedía a alumnos coreanos de sexto año (Corea aparece en el segundo lugar en el reporte del TIMSS¹¹) que establecieran conexiones entre operaciones de números y su significado en contextos particulares. Específicamente, se proporcionaba a los estudiantes cierta información, como por ejemplo:

(a) $4 \frac{1}{6} + \frac{3}{4}$ y (b) $(\frac{4}{3}) \times 6$ y con esta información se les pedía describir una situación o problema donde las operaciones indicadas representarían la forma de resolver algún problema. Los estudiantes mostraron serias dificultades aun cuando en preguntas que involucraban efectuar operaciones habían mostrado una solvencia marcada. El tipo de respuestas que los estudiantes escribieron incluía:

- a) Había $4 \frac{1}{6}$ de gorila en el zoológico. El propietario compró $\frac{3}{4}$ más de gorila. ¿Cuál es el número total de gorilas en el zoológico?
- b) La edad de su papá es cuatro tercios de la edad de Minji. La edad de Minji es 6 ¿Qué edad tiene su papá?

Se observa que aun aquellos estudiantes que han mostrado fluidez en realizar distintos tipos de operaciones no necesariamente desarrollan estrategias y habilidades para entender el significado de las operaciones y que las puedan aplicar e interpretar en distintos contextos.

De manera similar, en grados superiores, Selden y colaboradores¹² observaron que aun estudiantes universitarios que han obtenido buenas calificaciones en sus cursos

de cálculo fueron incapaces de identificar y emplear recursos básicos que les ayudaran a resolver problemas de cálculo no rutinarios. Uno de los problemas empleado en el estudio fue:

“Tiene $x^{21} + x^{19} - x^{-1} + 2 = 0$ raíces reales entre -1 y 0? (justifique su respuesta)”.

Ninguno de los estudiantes participantes planteó caminos viables o resolvió este problema, la mayoría intentó estrategias de ensayo y error y en ningún momento relacionaron el problema con el uso de herramienta de cálculo previamente estudiada: aun cuando la solución a esos problemas requería de ideas y conceptos que recientemente habían estudiado, los alumnos mostraron serias dificultades en sus intentos de solución (estos alumnos ya habían acreditado un curso de cálculo a nivel universitario). En este estudio se observa que, en general, los cursos tradicionales de cálculo no dotan a los estudiantes de las herramientas necesarias que les permitan trabajar problemas que van más allá de la aplicación de una serie de procedimientos, reglas o fórmulas.

Lo que hace falta es el dominio de cierto tipo de conocimiento –comienzos tentativos de solución, formas de comenzar, que son parte de la imagen individual que el individuo posee de la situación– problema. Este conocimiento se manifiesta como un hábito de pensar que involucra una reflexión sobre posibles formas de solución. Lo que sugerimos es que [los estudiantes] desarrollen estrategias que les permitan el reconocimiento de una situación problemática. Este proceso activa la información en forma de imagen que ayuda a identificar recursos o conocimiento de hechos¹².

Es evidente que resulta inadecuada la instrucción de centrar la atención de los estudiantes en el empleo de reglas, fórmulas o procedimientos, que se aplican a situaciones dirigidas donde el mismo contexto en estudio les permite identificar los recursos que necesitan para resolver los problemas. Este tipo de instrucción genera serias dificultades en los estudiantes cuando se enfrentan a problemas donde ellos mismos tienen que identificar la estructura profunda que les permita acceder a una serie de recursos y representaciones para resolverlos.

Así el estudiante debe transformar la actividad mecánica de aplicar reglas, algoritmos u operaciones, en procesos de estimación de resultados, cuantificación y análisis de relaciones y en la solución de problemas o soluciones.

11. Tercer Estudio Internacional sobre Matemáticas y Ciencias (2000).

12. Research in Collegiate Mathematics Education IV (Providence, RI: American Mathematical Society, 2000).

PROMOTORES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



Dr. José Antonio de la Peña Mena
Presidente de la Academia
Mexicana de las Ciencias.

- Doctor en Matemáticas por la UNAM
- Escritor de más de 90 artículos en revistas internacionales y conferencista en alrededor de 150 congresos.
- Miembro del Scientific Committee encargado de seleccionar las conferencias para la International Conference on Representation of Algebras.
- Director del Instituto de Matemáticas de la UNAM desde 1998.
- Sus áreas de especialidad son la Teoría de Representaciones de Álgebras, el Álgebra Homológica y la Teoría Espectral de Gráficas.
- Ha impartido cursos en nivel licenciatura y posgrado de la UNAM y en la Universidad de Zürich, Suiza.
- Investigador Nacional nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores desde 1984 y emérito desde 1998.
- Galardonado con la medalla y diploma Gabino Barrera de la UNAM en licenciatura, en maestría y en doctorado.
- Obtuvo la distinción Universidad Nacional para jóvenes académicos en el área de Investigación en Ciencias Exactas y el Premio de Investigación Científica en Ciencias Exactas de la Academia Mexicana de Ciencias.
- Investigador Nacional nivel III a partir de 1993.

Comentarios finales

El estudio de las matemáticas y las ciencias siempre es un ingrediente fundamental en los sistemas de educación a nivel internacional. Sin embargo, el tener un lugar privilegiado en los planes de estudio no necesariamente se refleja en el aprovechamiento de los estudiantes. Los recursos que se destinan al desarrollo de infraestructura, formación de maestros, ambiente familiar y acceso a herramientas tecnológicas influyen directamente en la forma de instrumentar las propuestas de educación. En particular, en el estudio de las matemáticas recientemente se reconoce que los estudiantes en sus experiencias de aprendizaje deben desarrollar una forma de pensar que sea consistente con el quehacer de la disciplina. En esta dirección resulta necesario que matemáticos, educadores y maestros trabajen conjuntamente en el diseño de planes y programas que realmente reflejen la esencia de lo que significa aprender la disciplina. Lo que interesa es que los estudiantes desarrollen una forma de pensar y disposición hacia el estudio de las matemáticas donde exhiban distintas formas de representar fenómenos, identifiquen relaciones y patrones, formulen conjeturas, justifiquen y comuniquen resultados.

La idea es ir más allá del empleo de exámenes estandarizados y promover formas de evaluación donde los estudiantes tengan oportunidad de mostrar distintos procesos de razonamiento, extender o buscar conexiones y eventualmente formular sus propios problemas o preguntas. En este sentido, es importante proponer un currículum en términos de secuencias de problemas donde se reflejen los aspectos inherentes que transforman las asignaturas tradicionales en líneas de pensamiento numérico, algebraico, geométrico, y estadístico. Además, los procesos de evaluación no deben separarse de las actividades de instrucción que se desarrollan en las clases; deben ser parte de las actividades cotidianas del salón de clases.

El trabajo individual es solamente un aspecto a incluir en la evaluación y también resulta necesario que el estudiante valore y acepte que una parte de su aprendizaje es escuchar a los demás y exponer sus propias ideas a escrutinio dentro de la comunidad del salón de clases. En este sentido, el entendimiento de las ideas matemáticas no es un proceso terminal, sino dinámico que se va robusteciendo en función de la necesidad de responder y resolver series de cuestionamientos que emerjan dentro y fuera de la propia comunidad de aprendizaje. ☺

UN NUEVO ENFOQUE TEÓRICO PARA DETERMINAR LA IRREVERSIBILIDAD EN EL COMPORTAMIENTO ADSORTIVO-DESORTIVO DE CONTAMINANTES EN SUELOS Y SEDIMENTOS*

N. Rinderknecht-Seijas**, H.M. Poggi-Varaldo***, S. Caffarel-Méndez****

En este trabajo, se propone un nuevo coeficiente de histéresis y se examina su utilidad para determinar el comportamiento de adsorción-desorción de contaminantes en sedimentos y suelos. Para varios contaminantes y matrices sólidas tales como sedimentos, la ruta de desorción es diferente de la de adsorción. Este fenómeno es conocido como histéresis. En este trabajo se define un coeficiente de histéresis CH como la razón de la pendiente (derivada) de la curva de adsorción y la pendiente de la curva de desorción en un punto dado (C_s, q_s) de interés. Se demuestra que: *i*) CH es adimensional y que cuando la histéresis no es importante, $CH=1$, esto es, la adsorción

es reversible mientras que cuando la histéresis es importante, $CH>1$, esto es, la adsorción es irreversible; *ii*) el CH puede ser determinado en cualquier punto (C_s, q_s) de interés de la curva de adsorción, realizando unos pocos pasos consecutivos de desorción, no habiendo necesidad de determinar el ciclo completo de adsorción-desorción; *iii*) existen también ecuaciones analíticas, particulares y simples para encontrar CH para los modelos de isothermas lineal, Freundlich y Langmuir y el CH es coherente (esto es, $CH=1$); *v*) el CH muestra varias ventajas sobre los bien conocidos índices de histéresis definidos por Huang y Weber (1997) y Ma *et al.* (1993).

Utilizando datos experimentales de la literatura arbitrada, también se demuestra que el CH es útil y provee una base cuantitativa para *i*) comparar la irreversibilidad de la adsorción de diferentes contaminantes individuales sobre un suelo dado; *ii*) comparar la irreversibilidad de la adsorción de un contaminante dado sobre suelos diferentes; *iii*) determinar el efecto del añejamiento y de la exposición a la intemperie sobre la irreversibilidad de la adsorción.

Palabras clave: adsorción, contaminantes, desorción, histéresis, irreversibilidad, restauración, suelos.

* El presente trabajo de investigación es un proyecto conjunto ESIQIE - CINVESTAV - TESE publicado en la revista *Interciencia*, Vol. 27, No. 4, abril 2002.

** Profesor Adjunto, ESIQIE del IPN, División de Ciencias Básicas, Ave. IPN c/Av. Bátiz, México D.F., 07320, Col. Zacatenco, México. Teléf.: (52 55) 55861250; Fax: (52 55)

*** Profesor Titular, CINVESTAV-IPN, Grupo de Biotecnología Ambiental, Depto. de Biotecnología y Bioingeniería, Apdo. Postal 14-740, México D.F., 07000, México. Tel.: (52 55) 57473800 Ext 4324 y 4336; Fax: (52 55) 57477002; E-mail: hpoggi@mail.cinvestav.mx

**** Subdirector de Investigación, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE), Av. Valle del Mayo s/n Esq. Av. Hank González, Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Edo. de Méx., 55210, México. Tel.: (52 55) 57104560 Ext. 317; Fax: (52 55) 57104560 Ext. 305.

La adsorción y desorción de contaminantes juegan un papel muy importante sobre el transporte y la disponibilidad de contaminantes en suelos y sedimentos (Schlebaum *et al.*, 1999). También, los fenómenos de adsorción/desorción son la base para medir, diseñar y operar otros procesos de interés ambiental, tales como la remoción de compuestos tóxicos y materia orgánica recalcitrante de efluentes líquidos y gaseosos en torres empacadas de carbón activado (Weber, 1972; Poggi-Varaldó y Rinderknecht-Seijas, 1996). Los procesos de adsorción son también de interés para la ciencia de alimentos (Millán *et al.*, 2001). Es conocido que la disponibilidad de los contaminantes en suelos y sedimentos, con el fin de ser removidos y/o degradados, depende principalmente del proceso de desorción (Alexander, 1995; Campos-Velarde *et al.*, 1997; Glaser, 1997).

Al observar la descripción matemática de la adsorción de contaminantes orgánicos en sedimentos y suelos, se ve que muchos casos ajustan ya sea con la isoterma lineal (Ec. [1], DiToro y Horzempa, 1982), el modelo potencial o de Freundlich (Ec. [2], Sawyer & McCarty, 1978; 87), o la isoterma hiperbólica o de Langmuir (Ec. [3], Sawyer & McCarty, 1978; 87). Las ecuaciones correspondientes se muestran abajo.

$$q = k_f C \quad [1];$$

$$q = k_f C^{1/n} \quad [2];$$

$$q = \frac{q_{\max} b C}{1 + b C} \quad [3];$$

donde q = concentración de adsorbato en la fase sólida, al equilibrio, en kg/kg; C = concentración de adsorbato en la fase del fluido,

en kg/m³; k_f = coeficiente de adsorción lineal, en m³/kg; k_f = coeficiente de adsorción en m^{3m}/kg⁽¹⁻ⁿ⁾; n = exponente inverso (método tradicional de reportar), relacionado a la forma y concavidad de la isoterma de Freundlich, adimensional; q_{\max} = capacidad máxima de adsorción, en kg/kg; b = coeficiente relacionado a la razón de crecimiento de la curva, en m³/kg. Ambos parámetros en el modelo de Langmuir tienen significados en los niveles molecular y cinético (Smith, 1981; 314).

En general, la desorción de un contaminante es más difícil de llevar a cabo y procede en menor medida que la etapa de adsorción, esto es, hay un cierto grado de irreversibilidad (DiToro y Horzempa, 1982; Fall *et al.*, 2000). Por ejemplo, ha sido reportado que a mayores contenidos de materia orgánica del suelo y mayor hidrofobicidad de la sustancia, mayor será la adsorción del adsorbente orgánico y mayor la retención en la matriz sólida, mientras que la desorción puede ser insignificante. Esta irreversibilidad puede ser incrementada por el fenómeno de añejamiento (Alexander, 1995).

Podemos tener, entonces, una adsorción o histéresis parcialmente o totalmente irreversible. La histéresis significa que dados dos procesos físicos inversos en el mismo sistema (esto es, adsorción y desorción de un contaminante dentro de una matriz sólida), los procesos siguen diferentes rutas en el espacio físico de coordenadas. Si la histéresis es nula, ambas rutas podrían coincidir, ver Figura 1.

Huang & Weber (1995) presentaron un índice de histéresis (IH; Ec. [4b]) basados en las concentraciones del adsorbato en la fase sólida, en un ciclo completo de adsorción-desorción (q_d y q_a respectivamente),

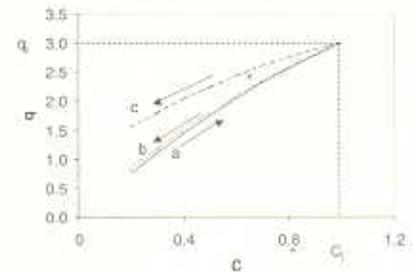


Fig. 1

Comportamiento reversible e histérico en procesos de adsorción-desorción; a: isoterma de adsorción (línea llena); b: desorción para condiciones reversibles (ausencia de histéresis, línea punteada); c: isoterma de desorción cuando la histéresis es significativa (línea punteado largo).

evaluado a una concentración de interés dada C_j . Por otro parte, Ma y Selim (1994), y Ma *et al.* (1993) han presentado una definición alternativa de un índice de histéresis \hat{u} (aunque en este trabajo lo llamaremos IH' a causa de su similitud con el índice de Huang y Weber). Para el IH' , el numerador es la separación máxima entre q_d y q_a en el ciclo de adsorción-desorción, ver Ec. [4b]

$$IH = \frac{(q_d - q_a) * 100}{q_a} \quad [4a];$$

$$IH' = \frac{Máx(q_d - q_a) * 100}{q_a} \quad [4b];$$

Estos índices son adimensionales y utilizan la separación relativa entre q_d y q_a como una medida de la histéresis. Los índices son iguales a o más grandes que 0; sus valores son cero cuando la adsorción-desorción es completamente reversible (ausencia de histéresis) y se incrementan cuando la irreversibilidad (histéresis) aumenta. Sin embargo, aún permanece la limitación de su definición en un ciclo completo de adsorción-desorción.

El propósito del presente trabajo es (i) desarrollar y presentar un nuevo coeficiente de histéresis CH, basa-

do en un enfoque diferencial, que pudiera caracterizar el comportamiento adsorptivo-desorptivo de contaminantes dentro de matrices sólidas; (ii) obtener expresiones analíticas para CH cuando las isothermas siguen los modelos lineal, de Freundlich y de Langmuir, y mostrar que el CH es consistente; (iii) comparar la efectividad del CH diferencial y aquel de los índices de histéresis aceptados reportados en la literatura; (iv) mostrar la utilidad del CH para describir el efecto del añejamiento en la desorción; para comparar la irreversibilidad de la adsorción de un contaminante dado en suelos diferentes, y diferentes contaminantes en un suelo dado.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Coefficiente de histéresis diferencial CH.

Definición 1: *Coefficiente de histéresis.* En este trabajo, el coeficiente de histéresis CH es definido como la razón de las derivadas de las isothermas de adsorción y desorción, evaluadas a un punto dado de interés (C_j,q_j), ver Ec. [5] abajo y Fig. 2.

$$CH = \frac{\left(\frac{dq_a}{dC}\right)}{\left(\frac{dq_d}{dC}\right)} \text{ en } C = C_j \text{ [5];}$$

Vale la pena enfatizar que la isoterma de desorción es construida empezando con el sedimento contaminado a cualquier punto C_j de interés (Fig. 1). La matriz sólida contaminada, caracterizada por q_j en la fase sólida y C_j en la fase fluída en el equilibrio, es centrifugada y sometida a pruebas sucesivas de desorción de acuerdo a los procedimientos reportados por Fall *et al.* (2000) o Ma *et*

al. (1993). Con estos resultados, la isoterma de desorción puede ser trazada fácilmente.

La interpretación geométrica del CH se basa en que la derivada de la isoterma de adsorción puede ser representada por tg á, la cual es mayor o igual a la derivada correspondiente de la isoterma de desorción (representada por tg â, Fig. 2). Esto es,

$$CH = \frac{tg\alpha}{tg\beta} \geq 1 \quad [6]$$

porque tg á = tg â

Definición 2: *Coherencia del coeficiente de histéresis.* La desigualdad dada por la Ec. [6], más la adimensionalidad de CH, es definida como la coherencia del coeficiente.

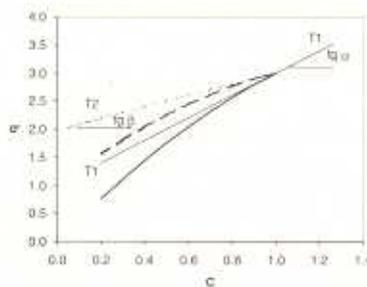


Fig. 2

Interpretación geométrica del coeficiente de histéresis diferencial. Isoterma de adsorción: línea llena gruesa; isoterma de desorción: línea punteada gruesa; T1: línea tangente a la curva de adsorción; T2: línea tangente a la curva de desorción; tg á: derivada de la curva de adsorción; tg â: derivada de la curva de desorción.

Resumiendo hasta aquí, el CH tiene las siguientes características: es adimensional; cuando la histéresis es nula, CH=1, esto es, la adsorción es reversible; cuando la histéresis es significativa, CH>1, esto es, la adsorción es irreversible (la adsorción y la desorción siguen diferentes rutas); a mayor histéresis, mayor CH; el CH

puede ser determinado en cualquier punto de la isoterma de adsorción, y no hay necesidad de un ciclo completo de adsorción-desorción con el fin de obtener los resultados deseados. En general, solo unas pocas pruebas de desorción (4 o 5) deben ser llevadas a cabo, en un número suficiente para estimar la pendiente de la tangente a la isoterma de desorción; el CH es determinado a un punto conveniente (C_j,q_j) de las concentraciones de equilibrio.

Expresiones analíticas particulares del coeficiente de histéresis diferencial.

Hemos visto una definición genérica del CH, y una prueba geométrica que establece que CH=1 (Ec. [6]). Ahora, se desarrollarán expresiones analíticas simples para el CH cuando las isothermas siguen los modelos lineal, de Freundlich y de Langmuir. También, se establecerá la coherencia del coeficiente (CH=1) para cada caso. Con propósitos de brevedad, las demostraciones para los casos de Freundlich y de Langmuir serán omitidas pero pueden ser consultadas en otra parte (Poggi-Varaldo *et al.*, 2001) y están disponibles sobre demanda en formato electrónico.

Lema 1: Supongamos que ambas isothermas de adsorción y desorción siguen el modelo lineal dado por la Ec.[1]. Entonces, existe CH y es consistente, el CH está dado por la Ec. [7] abajo

$$CH_l = \frac{k_{l,a}}{k_{l,d}} \text{ en } C = C_j \text{ [7]}$$

Demostración: Las derivadas de las isothermas lineales de adsorción y desorción son los coeficientes lineales

les correspondientes. Reemplazando estos valores en la Ec. [5] nos conduce inmediatamente a la expresión analítica particular Ec. [7] para el coeficiente de histéresis.

Como $k_{i_a} = k_{i_d}$, entonces $CH_f = 1$ lo cual muestra la coherencia del CH.

Lema 2: Supongamos que ambas isotermas de adsorción y desorción siguen el modelo de Freundlich dado por la Ec. [2]. Entonces, existe CH y es coherente, el CH está dado por la Ec. [8] abajo.

$$CH_f = \frac{n_d}{n_a} \quad [8]$$

Lema 3: Supongamos que ambas isotermas de adsorción y desorción siguen el modelo de Langmuir dado por la Ec. [3]. Entonces, existe CH y es coherente, el CH está dado por la Ec. [9] abajo.

$$CH_L = \frac{(1+b_d C)}{(1+b_a C)} \quad [9]$$

Entonces, el CH puede ser determinado o bien por métodos gráficos (o numéricos) basados en las ecuaciones [4] y [5], o bien por expresiones analíticas simples cuando los datos completos de las isotermas están disponibles.

Definición 3: Coeficiente de histéresis alternativo CH' .

Se puede definir un coeficiente de histéresis alternativo CH' , conveniente basados en el concepto previo del CH:

$$CH' = (CH - 1) * 100 \quad [10]$$

Si la histéresis es nula, $CH' = 0\%$; si la histéresis es significativa, $CH' > 0\%$. Otras características del coefi-

ciente alternativo pueden ser encontradas en Poggi-Varaldo *et al.* (2001).

Comparación entre el coeficiente de histéresis CH y los índices de histéresis.

En esta sección, se demuestra que el IH' dado por la Ec. [4b] tiene una expresión analítica para el caso donde la adsorción-desorción está modelada con las isotermas de Freundlich (Ma *et al.*, 1993). Sin embargo, el IH' carece de una expresión analítica correspondiente para el caso lineal, y la expresión analítica para las isotermas de Langmuir depende de la solución de una ecuación de tercer grado en C_m analíticamente insoluble (C_m es la concentración de contaminante en fase acuosa donde la separación ($q_d - q_a$) es máxima en el ciclo completo de adsorción-desorción).

Isotermas lineales. En este caso, el $Max(q_d - q_a)$ se encuentra en $C = 0$ (el origen). En este punto, $q_a = 0$, y reemplazando en la Ec. [4b] obtenemos un valor infinito e indeterminado:

$$IH'_l = \frac{Max(q_d - q_a)}{0} * 100 = \infty \quad [11]$$

Se deduce que el IH' no es útil para cuantificar la histéresis en sistemas con isotermas lineales.

Isotermas de Freundlich. En este caso, puede ser demostrado (Ma *et al.*, 1993) que la concentración C_m donde el $Max(q_d - q_a)$ ocurre está dada por la Ec. [12].

Sustituyendo la Ec. [12] en la Ec. [4b] y realizando las manipulaciones algebraicas convenientes con las expresiones de Freundlich correspondientes, Ma *et al.*, (1993) obtuvieron

una expresión simple, analítica particular para el IH' , como sigue:

$$C_m = \left[\frac{k_d n_d}{k_a n_a} \right]^{\frac{n_d n_a}{n_d - n_a}} \quad [12]$$

$$IH'_f = \left[\frac{n_d}{n_a} - 1 \right] * 100 \quad [13]$$

Finalmente, al combinar las Ecuaciones [8] y [10] puede ser fácilmente demostrado que

$$CH'_f = IH'_f \quad [14]$$

Isotermas de Langmuir. En este caso, cualquier intento para encontrar una expresión analítica para IH' implica la solución previa de una ecuación de tercer grado en C_m (el valor de concentración en el cual el $Max(q_d - q_a)$ ocurre, Poggi-Varaldo *et al.*, 2001). De esta manera, la solución analítica no es práctica, y el valor de IH' para sistemas gobernados por las isotermas de adsorción-desorción de Langmuir debe ser encontrado utilizando métodos gráficos, menos precisos.

La discusión precedente nos lleva a resumir las ventajas del CH sobre el IH' :

i) el CH posee expresiones analíticas simples para las tres isotermas más comunes (Ecuaciones [7], [8] y [9]), mientras que el IH' tiene una expresión analítica práctica únicamente para sistemas en donde los procesos de adsorción-desorción están gobernados por las isotermas de Freundlich (Ec. [13]); ii) no hay necesidad de determinar el ciclo completo de adsorción-desorción para encontrar el CH o el CH' de un sistema dado. Por el contrario, los índices IH e IH' requieren del ciclo completo.

DISCUSIÓN

El propósito de esta sección es desarrollar ejemplos de aplicación de los nuevos conceptos. Entre los diversos usos del CH (o CH') definido en este trabajo se pueden citar los siguientes: cuantificación del efecto de envejecimiento en la disponibilidad de un contaminante adsorbido en sedimentos o en suelos; comparación cuantitativa del grado de retención de un contaminante en varios tipos de matrices sólidas; cuantificación del efecto de añadir tensoactivos y disolventes a un sistema dado contaminante-matriz sólida; comparación cuantitativa del grado de retención de varios contaminantes en un suelo o sedimento dado; y estimación del factor de retardación del transporte de contaminantes en medios porosos adsorbentes. En esta sección se discutirán solamente dos de las cinco aplicaciones mencionadas utilizando resultados experimentales de literatura pública arbitrada.

Aplicación 1: Adsorción-desorción de la atrazina en suelo, efecto del envejecimiento.

Se analizará ahora la utilidad del CH para la evaluación del efecto de envejecimiento sobre la irreversibilidad de la adsorción de la atrazina en un suelo Sharkey, de acuerdo con datos experimentales de Ma *et al.* (1993) y Ma & Selim (1994). Ellos encontraron que el comportamiento adsorptivo-desorptivo de la atrazina en un suelo arcilloso Sharkey presentaba histéresis y que tanto las isotermas de adsorción como de desorción eran del tipo Freundlich. La Tabla 1 muestra una asociación muy estrecha entre el CH y el IH' y el CH' y el IH' (esto último no resulta sorprendente, ya que el CH' tiene la misma expresión analítica que

Tabla 1. Comparación entre el índice de histéresis de Ma *et al.* (1993) y el coeficiente diferencial de histéresis para el comportamiento de adsorción-desorción de la atrazina en un suelo arcilloso Sharkey (adaptado de Ma *et al.*, 1993).

Isoterma	t ^c (día)	k _F ^d	N ^e	n = 1/N ^f	= IH' ^g	CH ^h	CH' ⁱ
Adsorción ^a	---	3.963	0.877	1.140	0.00	1.00	0.00
	0	6.244	0.555	1.802	58.02	1.5871	58.71
	1	6.300	0.520	1.923	68.65	1.7648	76.48
Desorción ^b	2	7.000	0.470	2.128	86.60	1.8871	88.71
	4	7.863	0.382	2.618	129.58	2.3433	134.33
	8	8.100	0.350	2.857	150.57	2.5986	159.86
	12	8.863	0.308	3.247	184.74	2.8652	186.52
	16	9.050	0.277	3.604	216.04	3.2529	225.29
	20	9.500	0.233	4.297	276.86	3.9387	293.87
	24	10.113	0.220	4.545	298.64	3.9853	298.53

Notas: ^a: C₀ = 10.46 mg/mL, concentración inicial de atrazina en fase líquida antes del equilibrio; ^b: C₁ = 4.16 mg/mL, concentración de atrazina en el equilibrio, valor a partir del cual empiezan los ensayos de desorción de la fase sólida; ^c: tiempo de añejamiento; ^d: coeficiente de Freundlich; ^e: exponente de la isoterma de Freundlich como se define en Ma *et al.* (1993); ^f: exponente inverso de la isoterma de Freundlich (tradicional); ^g: índice de histéresis definido por Ma *et al.* (1993), ver Ec. [4b]; ^h: coeficiente diferencial de histéresis, definido por la Ec. [5] y Ec. [8] para el caso particular de isotermas de Freundlich; ⁱ: coeficiente de histéresis alternativo definido por la Ec. [10]

el IH' para isotermas de Freundlich, ver Ecuación [13] y el comentario subsiguiente). La ecuación de regresión [15] de la Tabla 2 confirma nuestra afirmación, así como los resultados estadísticos (altos coeficientes de determinación, alta significancia del modelo de regresión, intervalos de confianza relativamente estrechos para los coeficientes de regresión, etc.)

$$CH = 0.01012 * IH' + 1.044 \quad [15]$$

También se evaluó la relación entre el CH y la irreversibilidad de la adsorción causada por el tiempo de envejecimiento. Ma *et al.* (1993) ha-

llaron que la desorción disminuía en forma significativa cuando aumentaba el tiempo de envejecimiento. Los

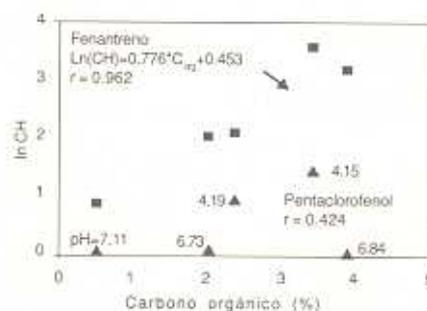


Fig. 3

Correlación entre el Ln (coeficiente de histéresis) y el contenido de carbono orgánico para una variedad de suelos. Fenantreno: cuadrados; pentaclorofenol: triángulos.

Tabla 2: Evaluación y resumen estadístico de las regresiones entre los coeficientes diferenciales de histéresis y el índice de histéresis, y entre el coeficiente de histéresis y el tiempo de añejamiento.

Regresión	r ²	P(F) ^a	Coeficientes ^b	
			Promedio ± Error típico	Intervalo de confianza 95%
CH = 0.01012 * IH' + 1.044 ^b Ec. [15]	0.996	2.2E(-8)	0.01012 ± 0.00027 1.044 ± 0.051	[0.0095; 0.0108] [0.92; 1.17]
CH = 0.0979 * t + 1.765 ^b Ec. [16]	0.975	5.0E(-6)	0.0979 ± 0.0064 1.765 ± 0.098	[0.0821; 0.1136] [1.55; 1.98]

Notas: ^a: CH e IH' son el coeficiente diferencial de histéresis y el índice de histéresis de Ma *et al.* (1993) respectivamente; ^b: t es el tiempo de añejamiento; ^c: coeficiente de determinación; ^d: probabilidad del estadístico F que da la significancia del modelo de regresión; ^e: coeficientes de la regresión lineal, la primera fila es la pendiente, la segunda fila es la intersección en el origen.

Tabla 3: Comportamiento adsorptivo-desorptivo del fenantreno y del pentaclorofenol en varios suelos (tomado y adaptado de Fall *et al.*, 2000).

Contaminante	Parámetro	Tipo de Suelo				
		Till 1 (Arable)	Poly 1	Poly 2	Podzol 1	Podzol 2
Pentaclorofenol	C Org (%) ^a	0.52	3.88	2.01	2.38	3.42
	Arcilla (%)	7.60	8.20	8.90	0.70	1.51
	Limo (%)	40.10	53.20	38.00	41.40	42.30
	(Corg + clay) (%)	8.12	12.08	10.91	3.08	4.93
	PH	7.11	6.84	6.73	4.19	4.15
	K _a (L/kg) ^b	3.1	30.7	14.5	140.9	232.2
	K _d (L/kg) ^c	2.95	29.5	13	55.6	55.5
	CH (-) ^d	1.0508	1.0407	1.1154	2.5342	4.1838
	CH' (%) ^e	5.08	4.07	11.54	153.42	318.38
	IH' (%) ^f	Infinito	infinito	infinito	infinito	infinito
Fenantreno	K _a (L/kg)	79.2	639	336	375	703
	K _d (L/kg)	33.1	26.7	43.8	46.2	20
	CH (-)	2.3927	23.9326	7.6712	8.1169	35.1500
	CH' (%)	139.27	2293.26	667.12	711.69	3415.00
	IH' (%)	Infinito	infinito	infinito	infinito	Infinito

Notas: ^a contenido de carbono orgánico; ^b coeficiente de la isoterma lineal de adsorción; ^c coeficiente de la isoterma lineal de desorción; ^d coeficiente diferencial de histéresis definido por Ec. [5] y Ec. [8] para el caso particular de isotermas lineales; ^e coeficiente de histéresis alternativo definido por la Ec. [10]; ^f índice de histéresis definido por Ma *et al.* (1993), ver Ec. [4b].

coeficientes de histéresis de este trabajo mostraron una fuerte correlación lineal con el tiempo de envejecimiento *t*, dada por la Ecuación [16] subsiguiente, y por las medidas de la significancia estadística en la Tabla 2.

$$CH = 0.0979 * t + 1.765 \quad [16]$$

Aplicación 2: Adsorción-desorción de fenantreno y pentaclorofenol en varios tipos de suelo.

Como un segundo ejemplo, se explorará el uso del CH para determinar

el comportamiento adsorptivo-desorptivo del fenantreno (FEN) y del pentaclorofenol (PCF) en cinco tipos de suelos, basados en los datos experimentales de Fall *et al.* (2000). La Tabla 3 muestra los datos experimentales originales relevantes (Fall *et al.*, 2000) y resultados calculados en este trabajo. En general, ambos contaminantes siguieron modelos de adsorción-desorción lineal en todos los suelos. En concordancia con esto los cálculos de la Tabla 3 se efectuaron usando las Ecuaciones [7] y [10].

Tabla 4. Asociación entre el coeficiente diferencial de histéresis y los contenidos de carbono orgánico de suelos, para fenantreno y pentaclorofenol.

Regresión	r ² %	P(F) ^e	Coeficientes *	
			Promedio ± Error típico	Intervalo de confianza 95%
Fenantreno				
Ln(CH) = 0.776 * C _{org} + 0.453 ^a Ec. [17 a]	0.926	0.0087	0.776 ± 0.127	[-0.64; 1.54]
			0.453 ± 0.343	[-0.37; 1.18]
Pentacloro fenol				
Ln(CH) = 0.731 * C _{org} + 1.478 ^b Eq. [17 b]	0.180	0.4763	Irrelevante ^f	Irrelevante

Notas: ^a C_{org} es el contenido de carbono orgánico del suelo, en %; ^b esta ecuación de regresión tiene una correlación insignificante; ^c coeficiente de determinación; ^d Probabilidad del estadígrafo F que da la significancia del modelo de regresión; ^e coeficientes de la regresión lineal la primera fila es la pendiente, la segunda fila es la intersección al origen; ^f es irrelevante reportar la información dada la falta de correlación entre las variables.

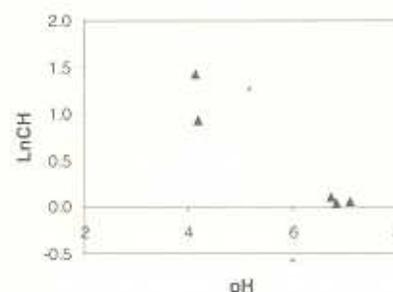


Fig. 4

Asociación entre el Ln (coeficiente de histéresis) y el pH original del suelo para pentaclorofenol.

Se puede ver que hay una correlación significativa entre Ln(CH) y el contenido de materia orgánica de los suelos para el FEN (ver Tabla 4 y Figura 3). La ecuación de regresión se muestra a continuación

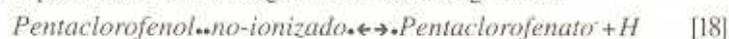
$$Ln(CH) = 0.776 * C_{org} + 0.453 \quad [17]$$

Donde C_{org} = contenido de carbono orgánico del suelo.

Se sabe que el FEN es un hidrocarburo polinuclear aromático, de muy baja solubilidad en agua, etc., que muestra una fuerte atracción hacia la materia orgánica de suelos y de sedimentos (Cookson, 1995). Este hecho es coherente con el aumento de CH con el aumento de C_{org} en la Ec. [17]. Sin embargo, no hubo correlación entre el CH del PCF y el contenido de carbono orgánico de los suelos (triángulos en Figura 3 y coeficiente de

determinación bajísimo de 0.180; Tabla 4). Una explicación podría ser que el mecanismo que rige la hidrofobicidad y la irreversibilidad de la adsorción del PCF es el pH del suelo.

En efecto, el grupo fenol en el PCF tiene propiedades ácidas (Allinger *et al.*, 1971; Kirk-Othmer, 1993) y en soluciones y suspensiones acuosas se establece un equilibrio entre el pentaclorofenol no ionizado y el anión pentaclorofenato, según la ecuación siguiente:



De hecho, el pentaclorofenol tiene un pK_a de 4.76 en agua a 25°C (Kirk-Othmer, 1993). A pHs de suelo bajos, el equilibrio favorece al PCF no ionizado (Ecuación [18]), el cual es más hidrofóbico y menos soluble en agua que el correspondiente pentaclorofenato. Por lo tanto el PCF no ionizado se adsorberá en el suelo más irreversiblemente, y consecuentemente, esperaremos CHs más altos (rango de 2.5 a 4.2, Tabla 3 y Fig. 4). En suelos con pH neutro o básico, el equilibrio favorecerá la formación del pentaclorofenato, más hidrofílico y más soluble en agua. Su adsorción en el suelo sería parcialmente reversible, y consecuentemente se pueden esperar valores relativamente más bajos de CHs (aproximadamente 1 y cercanos a la reversibilidad, Tabla 3 y Figura 4).

CONCLUSIONES

- Los dos coeficientes de histéresis definidos en este trabajo CH y CH' son adimensionales y coherentes, es decir, son mayores o iguales que 1 y 0%, respectivamente, y sus valores aumentan cuando la histéresis aumenta.
- En particular, el coeficiente CH presenta las siguientes propiedades:
- cuando la histéresis es despreciable, $CH=1$; cuando la histéresis es importante, $CH>1$; el coeficiente puede ser determinado en cualquier punto conveniente de la isoterma de adsorción; y no hay necesidad de completar un ciclo completo de adsorción-desorción para obtener los resultados deseados.
- El CH tiene expresiones analíticas simples para sistemas gobernados por isotermas lineales, de Freundlich y de Langmuir
- El CH puede remplazar ventajosamente el uso de los índices de histéresis reportados con anterioridad en la literatura (Ma *et al.*, 1993; Huang y Weber, 1997);
- El CH aumenta con el proceso de añejamiento, mostrando el correlativo efecto del tiempo y la intemperización sobre la irreversibilidad de la adsorción. Asimismo, el CH proporciona un criterio cuantitativo para comparar la irreversibilidad de la adsorción de un contaminante dado en varios tipos de sedimentos o de suelos, y también para comparar la irreversibilidad de la adsorción de diferentes contaminantes en un sedimento dado.
- Finalmente, el coeficiente de histéresis de este trabajo puede ser una herramienta útil (si se incluye en los ensayos de caracterización y tratabilidad de suelos contaminados) para dar una idea cuantitativa de la disponibilidad de contaminantes y ayudar a seleccionar tecnologías específicas

para la restauración de un suelo ó sedimento contaminado.

AGRADECIMIENTOS

Esta contribución está dedicada a la memoria de Héctor Mario Poggi-Etchebarne, arquitecto de edificios y de personas.

Se agradece el apoyo de COSNET (Proyecto clave 1002.01-P), TESE y CINVESTAV, y los comentarios constructivos del Dr. Louis Thibodeaux (Louisiana State University, EUA), del Dr. Jeffrey W. Talley (Notre Dame University, EUA) y de los árbitros anónimos de *Interciencia*.

NOTACIÓN

- b coeficiente en la isoterma de Langmuir, ver Ec. (3),
- C concentración del adsorbato en la fase del fluido, en el equilibrio,
- C_i punto genérico de C en el equilibrio, donde se determinará el coeficiente de histéresis,
- C_m concentración del adsorbato (en la fase del fluido) en la cual es máxima la separación de q_a y q_d en un ciclo completo de adsorción-desorción;
- C_{sat} concentración de la solubilidad máxima del adsorbato en la fase del fluido,
- CH coeficiente diferencial de histéresis definido por la Ec. (5)
- CH' coeficiente alternativo de histéresis; basado en el CH, definido por la Ec. (10),
- FEN fenantreno;
- IH índice de histéresis, definido por la Ec. (4 a),
- IH' índice de histéresis de Ma y Selim, definido por la Ec. (4 b)
- k_F coeficiente de adsorción en la isoterma de Freundlich, ver Ec. (2);
- k_L coeficiente de adsorción en la isoterma lineal, ver Ec. (1),
- n exponente inverso en la isoterma de Freundlich, ver Ec. (2);
- PCF pentaclorofenol;
- q concentración del adsorbato en la fase sólida, en el equilibrio,

- q_j concentración del adsorbato en la fase sólida, en el equilibrio, correspondiente al C_j definido arriba;
- q_{max} capacidad de adsorción máxima en las isothermas de Langmuir, ver Ec. (3).

Subíndices

- a adsorción
 d desorción
 F Freundlich
 l lineal
 L Langmuir

Caracteres griegos

- a ángulo de la línea tangente a la curva de adsorción en el punto (C_j, q_j);
- b ángulo de la línea tangente a la curva de desorción en el punto (C_j, q_j);
- w símbolo original usado por Ma *et al.* (1993) para representar el índice de histéresis IH'

REFERENCIAS

- Alexander M (1995) How toxic are toxic chemicals in soil? *Environ. Sci. Technol.* 29:2713-2717.
- Allinger NL, Cava NP, De Jongh DC, Johnson CR, Lebel NA, Stevens CL (1971) *Organic Chemistry*. Worth Publishers, Inc., NY, New York, USA.
- Campos-Velarde D, Poggi-Varaldo HM, Ríos-Leal E, López-Mercado V, Fernández-Villagómez G (1997) Chlorophenol and phenol contaminated water treatment in biological fluidized beds. En Leeson A, Alleman BC (Eds.) *In situ and On site Bioremediation Vol. 3*. Battelle Press, Columbus, OH, USA. pp. 273-278.
- Cookson JT (1995) *Bioremediation Engineering: Design and Application*. McGraw-Hill, Inc. New York, NY, USA. ISBN 0-07-012614-13. XV. 524 pp.
- DíToro DM, Horzempa LM (1982) Reversible and resistant components of PCB adsorption-desorption isotherm. *Environ. Sci. Technol.* 16: 594-602.
- Fall C, Chaouki J, Chavarie C (2000) Desorptive behavior of pentachlorophenol (PCP) and phenanthrene in soil-water systems. *Water Environ. Res.* 72: 162-169.
- Glaser JA (1997) Utilization of slurry bioreactors for contaminated solids treatment. En Alleman BC, Leeson A (Eds.) *In Situ and On-site Bioremediation. 5*: 123-130. Battelle Press, Columbus, OH, USA, ISBN 1-57477-030-6.
- Huang W, Weber WJ (1997) A mechanistic model for soil and sediment adsorption-desorption hysteresis. En Alleman BC, Leeson A (Eds.). *In Situ and On-site Bioremediation Vol 5*. Battelle Press. Columbus, OH, USA. ISBN1-57477-030-6.
- Kirk-Othmer (1993). *Encyclopedia of Chemical Technology*. 4th. Edn. Volume 6. pp. 156-166. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Ma L-W, Selim HM (1994) Predicting atrazine adsorption-desorption in soils: a modified second-order kinetic model. *Water Resour. Res.* 30: 447-456.
- Ma L-W, Southwick LM, Willis GH, Selim HM (1993) Hysteretic characteristics of atrazine adsorption-desorption by a Sharkey soil. *Weed Sci.* 41: 627-633.
- Millán FR, Roa V, Tapia MS (2001) Modelado matemático de isothermas de adsorción de humedad en alimen- tos usando redes neuronales artificiales. *Interciencia* 26: 190-194.
- Poggi-Varaldo HM, Rinderknecht-Seijas N (1996). Anaerobic Wastewater Treatment: Experiences in Mexico with Industrial Effluents. En: Niemczynowicz J (Ed.). *Integrated Water Management in Urban Areas: Searching for New, Realistic Approaches with respect to the Developing Countries*. Transtec Publications, Winterthur, Switzerland. pp. 367-372. ISBN 0-87849-736-6.
- Poggi-Varaldo HM, Caffarel-Méndez S, Rinderknecht-Seijas N (2001) A new coefficient of hysteresis for characterizing the adsorptive-desorptive behaviour in solid matrices of compounds of environmental interest. Reporte interno, Cinvestav-TESE-ESIQIE del IPN. México DF, México. En español, resumen in extenso en inglés. 30 pp.
- Sawyer CN, McCarty PL (1978) *Chemistry for Environmental Engineering*. 3^a edición, McGraw-Hill Publ. Co., New York, NY, USA. ISBN 0-07-054971-0. pp. 532.
- Schlebaum W, Schraa G, van Riemsdijk WH (1999) Influence of nonlinear sorption kinetics on the slow-desorbing organic contaminant fraction in soil. *Environ. Sci. Technol.* 33:1413-1417.
- Smith JM (1981) *Chemical Engineering Kinetics*. 3^a edición, McGraw-Hill Book Co., New York, NY, USA. pp. 626.
- Weber WJ (1972) *Physicochemical processes for water quality control*. Capítulo 5. John Wiley Inc., New York, NY, USA. pp. 626-627. ©

PROGRAMA DE

POSGRADO DEL TESE

- **Maestrías en Ciencias en Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Mecatrónica y Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales**



La educación es considerada como el eje fundamental de desarrollo cultural, científico, tecnológico, económico y social del país, por ello la importancia de que en las instituciones de educación superior se ofrezcan estudios de posgrado que formen profesionales altamente especializados.

El Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec extiende su oferta educativa con la apertura, del Programa de Posgrado que contempla las Maestrías en Ciencias en: Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica, e Ingeniería Mecatrónica; y la Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Los programas de posgrado del TESE tiene la finalidad de formar recursos humanos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en forma disciplinaria o interdisciplinaria.

Los programas de posgrado tienen una duración de cuatro semestres y cuentan con profesores altamente capacitados, así como con laboratorios y equipo avanzado correspondiente a cada área.

En nuestro país es prioritaria la formación de especialistas de alto nivel con capacidad para solucionar los problemas que se presentan en los sectores productivos de bienes y servicios de la industria química y bioquímica; por tal razón, el Tecnológico ofrece las Maestrías en Ciencias en Ingeniería Bioquímica e Ingeniería Química, en donde la investigación se encuentra vinculada a las demandas tecnológicas de los sectores antes mencionados.

También se impartirá la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica la cual es un campo multidisciplinario que integra los fundamentos de la ingeniería mecánica, electrónica, industrial y sistemas computacionales y de la información para innovar, desarrollar y mantener sistemas, procesos y productos, de esta manera el término "Tronic" se entiende como la conjunción de todos los aspectos de sistemas de control, microelectrónica, tecnologías del manejo de la información e incluso óptica.

En el contexto de la globalización, los sectores industriales y empresariales requieren incorporar en sus procesos las tecnologías de la información para ser más productivos y competitivos; bajo este escenario, la respuesta del TESE es la de incorporar la Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales, en donde, a través del estudio, la investigación y el desarrollo de tecnologías de la información se pretende responder a los requerimientos de los sectores productivo, de bienes y servicios.

Maestría en Ciencias en Ingeniería Química

OBJETIVOS

- Preparar graduados con capacidad creativa, para participar en la innovación y desarrollo tecnológico que requiere la industria química y bioquímica.
- Proporcionar al graduado una formación académica y profesional con conocimientos científicos y técnicos especializados para la solución de problemas complejos.

DIRIGIDO A

Egresados de las carreras de ingeniería química y áreas químico-biológicas que laboran en los sectores productivos de bienes y servicios, o que recién hayan concluido la licenciatura y deseen fortalecer y ampliar su formación profesional.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

- Ingeniería de procesos químicos.
- Ingeniería de procesos bioquímicos.
- Ingeniería ambiental.
- Biotecnología alimentaria.
- Simulación y control de procesos.

Primer Semestre

	Créditos
• Matemáticas aplicadas a la Ing. Química	8
• Termodinámica avanzada	8
• Fenómenos de transporte avanzados	8
• Seminario de investigación I	2

Segundo Semestre

• Optativa I	8
• Ingeniería de Reactores	8
• Procesos de Separación	8
• Seminario de Investigación II	2

Tercer Semestre

• Optativa II	8
• Optativa III	8
• Seminario de Investigación III	2

Cuarto Semestre

• Seminario de investigación IV	2
• Tesis y examen de grado	24



Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica

OBJETIVOS

- Preparar graduados con capacidad creativa, para participar en la innovación y desarrollo tecnológico que requiere la industria química y bioquímica.
- Proporcionar al graduado una formación académica y profesional con conocimientos científicos y técnicos especializados para la solución de problemas complejos.

DIRIGIDO A

Egresados de las carreras de ingeniería bioquímica y áreas químico-biológicas que laboran en los sectores productivos de bienes y servicios, o que recién hayan concluido la licenciatura y deseen fortalecer y ampliar su formación profesional.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

- Ingeniería de procesos químicos.
- Ingeniería de procesos bioquímicos.
- Ingeniería ambiental.
- Biotecnología alimentaria.
- Simulación y control de procesos.



Primer Semestre	Créditos
• Diseño Estadístico de Experimentos	10
• Ingeniería Bioquímica	10
• Seminario de investigación I	2
Segundo Semestre	
• Optativa I	8
• Optativa II	16
• Seminario de Investigación II	2
Tercer Semestre	
• Optativa III	8
• Optativa IV	16
• Seminario de Investigación III	2
Cuarto Semestre	
• Tesis y examen de grado	24

Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica

OBJETIVOS

- Satisfacer las necesidades que se presentan en el sector productivo en un entorno cada vez más cambiante, competitivo, tecnológico y globalizado que enfrenta la industrialización del siglo XXI.
- Proporcionar al graduado una formación académica y profesional con conocimientos científicos y técnicos especializados para la solución de problemas complejos.

DIRIGIDO A

Egresados de las carreras de Ingeniería mecánica, Ingeniería electrónica, Ingeniería industrial, Ingeniería en sistemas computacionales y áreas afines que laboran en los sectores productivos de bienes y servicios, o que hayan concluido la licenciatura y deseen fortalecer y ampliar su formación profesional mediante el posgrado.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

Tres son las áreas de trabajo de la maestría que se establecen en el siguiente programa:

- **Automatización**

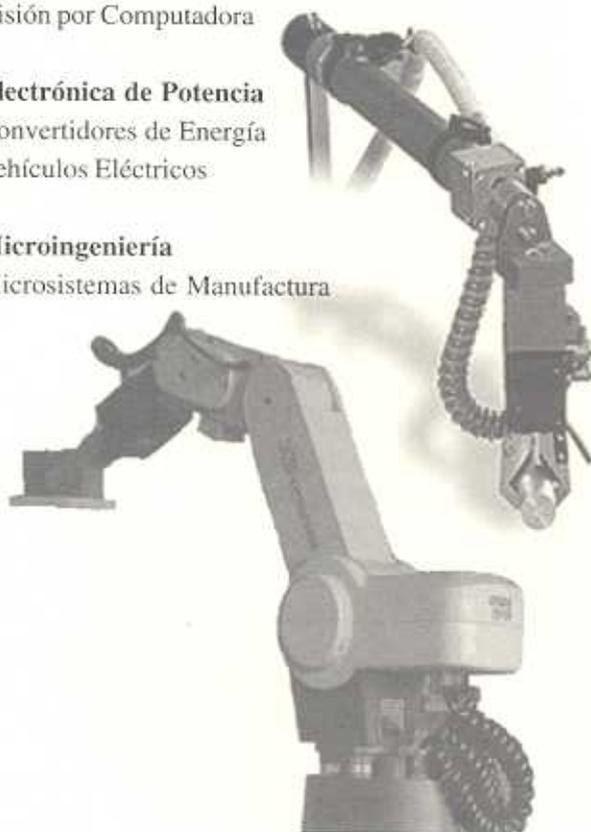
Manipuladores Robóticos
Robótica Móvil
Visión por Computadora

- **Electrónica de Potencia**

Convertidores de Energía
Vehículos Eléctricos

- **Microingeniería**

Microsistemas de Manufactura



Primer Semestre

	Créditos
• Matemáticas para Mecatrónica	6
• Mecatrónica I	10
• Proyecto Mecatrónico I	8

Segundo Semestre

• Mecatrónica II	10
• Proyecto Mecatrónico II	8
• Seminario de Investigación I	2

Tercer Semestre

• Optativa I	6
• Optativa II	6
• Optativa III	6
• Seminario de Investigación II	3

Cuarto Semestre

• Tesis	25
---------	----

Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales

OBJETIVOS

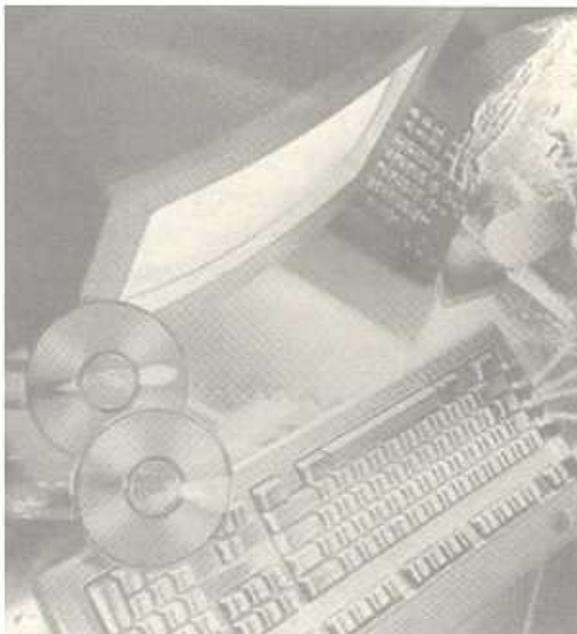
- Preparar graduados con capacidad creativa para participar en el desarrollo y la innovación de las tecnologías de información que requieren las industrias y empresas.
- Formar graduados de alto nivel en el área de cómputo e informática capaces de promover el desarrollo de sistemas de información, a través de proyectos de investigación aplicada, con un alto grado de innovación industrial y empresarial.

DIRIGIDO A

Ingenieros y licenciados en Ciencias de la Computación, Informática o Sistemas Computacionales, así como egresados de otras licenciaturas afines, que laboran en los sectores productivos de bienes y servicios, o recién hayan concluido la licenciatura y deseen fortalecer y ampliar su formación profesional mediante el posgrado.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

- Tecnología de la Información
- Ingeniería de Software
- Sistemas de Bases de Datos
- Sistemas de Información
- Conectividad y Redes



Primer Semestre

	Créditos
• Matemáticas aplicadas a la Ing. Química	8
• Termodinámica avanzada	8
• Fenómenos de transporte avanzados	8
• Seminario de investigación I	2

Segundo Semestre

• Optativa I	8
• Ingeniería de Reactores	8
• Procesos de Separación	8
• Seminario de Investigación II	2

Tercer Semestre

• Optativa II	8
• Optativa III	8
• Seminario de Investigación III	2

Cuarto Semestre

• Seminario de investigación IV	2
• Tesis y examen de grado	24



ENTREVISTA

Dr. José Antonio de la Peña Mena

“Los apoyos gubernamentales para la formación de nuevos científicos en Universidades Públicas son escasos, por lo tanto la planta científica es reducida. El futuro es difícil, ya que no hay grandes apoyos, sin embargo se han logrado establecer grupos de científicos con buen nivel y consolidados en algunas universidades...”

Impulsando la enseñanza de la ciencia

José Antonio de la Peña Mena, científico mexicano interesado por lo abstracto. Doctorado y post-doctorado en el área de Matemáticas, comprometido con la docencia, difusión y generación de la ciencia, ha publicado más de 90 artículos en revistas internacionales, dos libros especializados y dos libros de texto relacionados a su área; codirigió el diseño y la construcción de la Sala de Matemáticas del Museo de las Ciencias UNIVERSUM y actualmente es presidente de la Academia Mexicana de las Ciencias (AMC) y director del Instituto de Matemáticas de la UNAM.

Su interés por las ciencias abstractas surge en su juventud, ya que notaba la habilidad para resolver y razonar problemas matemáticos, pero fue una vez iniciada su licenciatura en Física cuando decidió cambiar de carrera y dedicarse por completo a las Matemáticas.

Ha impartido cursos a nivel licenciatura y postgrado en la UNAM y en la Universidad de Zürich, Suiza. Ha dirigido la tesis de licenciatura, maestría y doctorado, algunos de ellos ahora se encuentran incorporados al Sistema Nacional de Investigación, y otros más obtuvieron el Premio Weizmann a la mejor tesis doctoral en ciencias exactas.

En entrevista, el Dr. de la Peña dio un panorama general sobre la importancia que tiene la Academia Mexicana de Ciencias en la difusión y fortalecimiento del campo científico en el Sistema Educativo Nacional.

“Sin duda, la Academia es la organización más importante de académicos e investigadores en México, representa a todos los campos del conocimiento; en ella se incluyen a científicos de ciencias exactas, de ciencias biológicas, de

medicina, de ingenierías, de ciencias sociales, de humanidades. El número de miembros es amplio, lo que permite realizar una serie de programas importantes en el país”.

Algunos de estos programas tienen gran tradición, como los “Domingos en la Ciencia”, en donde un grupo de científicos imparten charlas a públicos no especializados con el fin de despertar interés por las carreras científicas”.

En su momento, la Academia Mexicana de Ciencias coordinó por completo las “Olimpiadas de las Ciencias” en la actualidad sólo tiene a su cargo las que corresponden al área de Biología y Química; con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), la Academia estableció un programa de becas para los ganadores de las olimpiadas que incluyen apoyo económico para que los primeros lugares realicen estudios de licenciatura.

Actualmente, la AMC otorga becas a más de 800 jóvenes para que realicen estancias y trabajen con investigadores, y el CONACyT proporciona apoyo para que este grupo seleccionado por la academia realice su tesis de licenciatura bajo la tutela del investigador con quien realizaron su estancia.

Trabajar para la difusión de la ciencia exige una infraestructura amplia, además de contar con el apoyo de CONACyT, colabora con las Instituciones de Educación Superior (IES) quienes representan un capital científico y humano invaluable, según su opinión.

“Muchas de las actividades de la Academia se apoyan en la participación, en el entusiasmo de las Universidades Públicas, de las Universidades Tecnológicas o de los Institutos Tecnológicos, por ejemplo, a lo largo del país contamos con varias redes de IES para el apoyo exclusivo de

nuestros concursos de matemáticas o de las olimpiadas”:

Sobre la naturaleza de los programas y becas, el Dr. de la Peña admitió que existe una situación de desigualdad en el país y que este grupo seleccionado se ha convertido en una elite.

“Desgraciadamente la alimentación y la salud, están ligadas estrechamente con la situación socioeconómica, y eso hace que sea más difícil para las personas con escasos recursos poder tener acceso o estar en condiciones -incluso físicas- para sobresalir en estos concursos, pero afortunadamente hay jóvenes de extracción socioeconómica humilde que han sobresalido en estos certámenes.

Los programas son elitistas por naturaleza, ya que los concursos de selección son para identificar a los mejores estudiantes, sin embargo, esto no significa que se refiera al origen socioeconómico del mismo. Afortunadamente la inteligencia, la capacidad y las habilidades no están ligadas a grupo o estrato social. En este sentido la tendencia a brindar apoyos a los estudiantes sobresalientes no excluye que se extienda el beneficio que significa la promoción científica para tratar de elevar el nivel académico de la enseñanza en México de todos los estudiantes”.

La Academia Mexicana de Ciencias inició en el 2002 un programa de capacitación para maestros de primaria y secundaria con el fin de que operen formas más atractivas de enseñar las ciencias naturales y las matemáticas, de manera más lúdica, más dinámica, sencillas y amenas. De esta manera se pretende elevar el nivel de enseñanza de las ciencias y las matemáticas en México para lo cual se cuenta con el respaldo de la SEP.

También ha establecido otros tipos de programas para colaborar con mayor número de instituciones, en el caso de las universidades públicas, uno de ellos es a través del servicio social. Parte del programa de capacitación de profesores de primaria y secundaria “La Ciencia en tu escuela” se realizan con el apoyo de estudiantes de carreras científicas, ingenierías y ciencias en general.

Sin embargo este tipo de planes no son limitados, la Academia busca abrir otras vías de interacción con los institutos tecnológicos, proyecto que a pesar de no haberse concretado pretender estar en marcha muy pronto.

“Pensamos organizar concursos, del estilo de las Olimpiadas en Ciencias, en tecnología, generación de ideas o de realización de prototipos, y esto quisiéramos hacerlo en particular con las universidades tecnológicas, el proyecto está en la etapa de ajustes y se espera que inicie en poco tiempo”.

Con respecto a la situación de la ciencia y de la tecnolo-

gía en México, el Dr. de la Peña explica:

“Tenemos dos aspectos, por un lado hay grupos de alta calidad que realizan investigación de punta a nivel mundial que tienen una productividad muy importante y que son competitivos internacionalmente; del otro lado en nuestro país contamos a muy pocos científicos; los apoyos gubernamentales para la formación de nuevos científicos en Universidades Públicas son escasos, por lo tanto la planta científica es reducida. El futuro se ve difícil, no hay mayores apoyos, sin embargo se ha logrado establecer grupos de científicos con buen nivel y consolidados en algunas universidades, lo cual vislumbra un futuro halagüeño.

Respecto a la tecnología de alto nivel ha sido poco desarrollada, esto por razones históricas, poco apoyo gubernamental y demás, pero creo que el problema principal de la industria mexicana son nuestros empresarios, no han tenido la mentalidad para pensar a largo plazo, de generar innovaciones tecnológicas que los lleven a un estándar de competitividad internacional más alto”.

Esta situación, de improductividad en la industria mexicana, se complica debido a que hay pocos grupos de científicos trabajan en la industria, lo cual disminuye aún más la oferta de trabajo para jóvenes que poseen una formación orientada a la tecnología.

La Asociación no tiene incidencia o acción directa con los institutos tecnológicos, pero está en consideración realizar algunas reuniones de trabajo para estudiar la problemática de vinculación del sector académico y del sector empresarial, y posiblemente de este se detecten algunas problemáticas importantes que probablemente pudieran irse resolviendo para ser más ágil su articulación entre el sector académico y el sector industrial”.

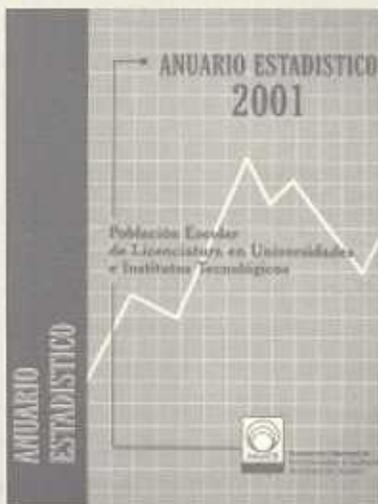
El Dr. de la Peña Mena considera que la tarea de los institutos tecnológicos radica en tratar de incidir en su región, detectar los intereses reales o empresariales de la zona donde se encuentran, tratar de atraer la mirada de los empresarios y de los industriales; así como orientar la formación de estudiantes de tal manera que cuando terminen sus estudios puedan insertarse de manera más sencilla en esas industrias.

“Desde el punto de vista de la Asociación Mexicana de Ciencias, trabajamos para incrementar los programas y la relación con las Instituciones de Educación Superior en México en general, y en ese sentido, creemos que podemos hacer más para apoyar la formación de los estudiantes y para el caso se trabaja en el diseño de nuevos programas, que espero sean conocidos muy pronto en las comunidades de los institutos tecnológicos”. 

Techno

Publicaciones

consulta y recomendaciones



Anuario Estadístico 2001

Población Escolar de Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos

Como cada año, la ANUIES a puesto en circulación sus anuarios estadísticos; el correspondiente a Licenciatura contiene información de técnico superior universitario y de Licenciatura universitaria y tecnológica.

De este modo, reporta que la matrícula total de técnico superior universitario o profesional asociado fue de 48,278 alumnos, atendidos por 95 instituciones de educación superior, como sigue: 44 universidades tecnológicas a 36,359 alumnos; 21 universidades públicas, a 8,947 alumnos; 10 instituciones públicas con otra clasificación, 871; y 20 instituciones particulares, a 2,551 alumnos.

Respecto a la licenciatura universitaria y tecnológica, se registra un universo de 912 instituciones, sin considerar las unidades desconcentradas: 280 públicas y 632 particulares, en conjunto, considerando a programas repetidos, ofrecieron 7,565 opciones educativas y atendieron un total de 1'660, 973 alumnos, 4.8% más que el año anterior.

Los anteriores son apenas los datos muy generales de lo que incluye este Anuario, pues además presenta la estadística por instituciones, áreas de estudio, carreras, entidades, régimen público y privado, género, etc.

Anuario Estadístico 2001

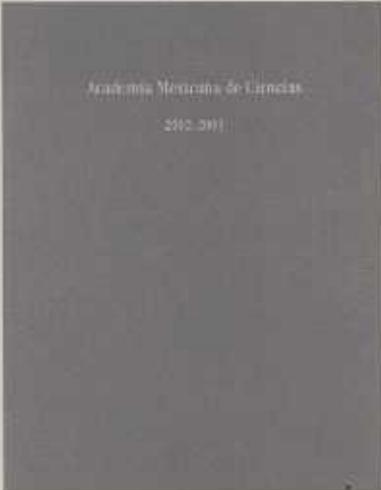
Población Escolar de Posgrado

En esta publicación se proporciona información básica sobre las instituciones, facultades y su ubicación geográfica; nombre y tipos de programas de especialización, maestría y doctorado que ofrecen; así como el número de alumnos de primer ingreso, matrícula total, egresados y graduados por género registrados en cada uno de los programas.

De acuerdo con este Anuario, en 2001 el número de instituciones que operaron en el país, sin considerar las unidades desconcentradas, ascendió a 427, de las cuales 167 fueron públicas y 260 particulares, que en conjunto ofrecieron 4,276 programas de posgrado.

Estos programas estuvieron distribuidos, según los tipos, como sigue: Especialización 27.5%; Maestría 61.2%; y Doctorado 11.3%. En la distribución territorial de la matrícula todavía se advierten algunos desequilibrios; la desconcentración de la matrícula en relación con el Distrito Federal, en las últimas 3 décadas se ha comportado como sigue: en 1970 concentró el 72% de los alumnos; en 1980 el 60%; en 1990 el 43%, y para el 2001 el 32%, lo que significa que uno de cada tres estudiantes de posgrado se localiza en las instituciones del Distrito Federal.





Academia Mexicana de Ciencias.

La Academia Mexicana de Ciencias es una organización civil integrada por más de mil cuatrocientos distinguidos científicos mexicanos, los cuales laboran en diversas instituciones del país, además de algunos destacados colegas extranjeros, incluyendo a varios premios Nobel. En esta organización, en donde se conjugan las ciencias exactas y las naturales, así como las ciencias sociales y las humanidades, estamos convencidos de que la educación, sustentada en la verdad del conocimiento científico, es la única alternativa a mediano y largo plazos para alcanzar el desarrollo pleno y profundo del espíritu mexicano y la soberanía de la nación.

La Academia es espacio abierto de discusión, de crítica, de confrontación respetuosa de ideas y modelos, pero finalmente de encuentro y coincidencia. Su fortaleza radica en el compromiso y el bito idóneo

donde el análisis multidisciplinario de la realidad nacional puede darse de manera independiente. A través de sus programas la Academia asume su compromiso de divulgar el conocimiento y los valores de la ciencia, propiciar la mejora de la calidad de la educación y fortalecer la presencia de la ciencia en los diferentes ámbitos de la vida nacional.

En este ejemplar encontrarás los objetivos, miembros y funciones de la Academia; así como los programas y proyectos académicos que desarrolla esta organización. Este formato incluye versión Español-Inglés.



**La ciencia para todos.
17 años de una aventura científica.
Fondo de Cultura Económica, 2002.**

El Fondo de Cultura Económica dio principio en 1984 a un proyecto editorial de divulgación científica y tecnológica. Que en el mercado sólo hubiera, en su mayoría, libros en idiomas extranjeros y traducciones sirvió de motor, en 1985 se comienza a impulsar las colecciones de ciencia y tecnología. Don Jaime García Terrés a la sazón director general del Fondo de Cultura Económica propuso al entonces secretario de Educación Pública, don Jesús Reyes Heróles, la edición de libros de ciencia para divulgación, quien le dio decidido apoyo. El esfuerzo se consolidó con el respaldo de la Secretaría de Educación Pública y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; con ello, el Fondo de Cultura Económica da inicio a la colección La Ciencia desde México; se llamó así porque en aquel momento la intención principal era divulgar la ciencia que se estaba haciendo en México.



**Bases conceptuales y de diagnóstico del programa para la prevención y manejo integral de residuos peligrosos.
Comisión Ambiental Metropolitana, 2002.**

El propósito de este documento es dar a conocer los elementos en los que se sustenta el Programa para la Prevención y el Manejo Integral de Residuos Peligrosos en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2012.

Por lo anterior, se revisan en él una serie de aspectos conceptuales, experiencias nacionales e internacionales relacionadas con diferentes temas relevantes para el diseño del Programa y datos que permiten elaborar un diagnóstico de la evolución, situación actual y perspectivas respecto de la generación y gestión de los residuos peligrosos en México.

También se elaboró el documento para facilitar a quienes serán responsables de instrumentar el Programa, el acceso a elementos de información más amplios para hacerlo y para comunicar a otros el porqué fue diseñado de esta manera, así como, con la idea de que pueda ser utilizado con fines didácticos y para favorecer el desarrollo de los foros de análisis y discusión de los diferentes elementos contenidos en él.





Las "buenas intenciones"
del tío Sam
en Johannesburgo

Caricatura: Fernando Rubio

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES



La revista TECNOCULTURA es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec TESE, es una publicación cuatrimestral con artículos de divulgación y notas sobre avances científicos, tecnológicos culturales y otras áreas del saber humano. Los artículos o notas que se propongan para ser publicados en

TECNOCULTURA
deben enviarse por triplicado a:

Director Editorial, TECNOCULTURA
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Av. Hank González (Av. Central) esq. Av. Valle del Mayo
Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos,
Estado de México C.P. 55210.
tecnocultura@tese.edu.mx

Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial.

Los artículos de divulgación deben dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el TESE o colaboraciones externas. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso.

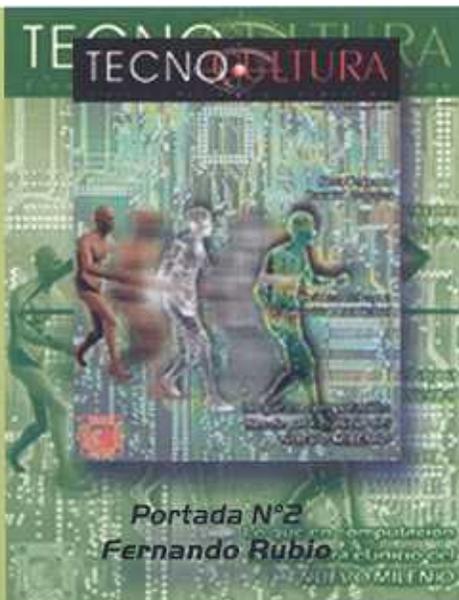
Deberán ser escritos a máquina, a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 10 cuartillas.

El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con amplitud conveniente. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión.

Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen al principio no mayor de cinco líneas, a manera de introducción, que atraiga el interés del lector. Las referencias bibliográficas aparecerán completas al final del artículo; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estar numeradas por orden de aparición.

Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar por computadora a línea sin pantallas o con tinta china sobre papel albanene con buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en computadora, además del texto impreso en papel, deben enviar su texto grabado en un disco flexible.

Los procesadores de texto útiles para este propósito son: Microsoft Word o Word Perfect, guardando el documento con la extensión .doc.





Árbol de la vida, Museo de Culturas Populares, Centro Cultural Mexiquense, Toluca, Estado de México