

AVANCE Y PERSPECTIVA

Órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.

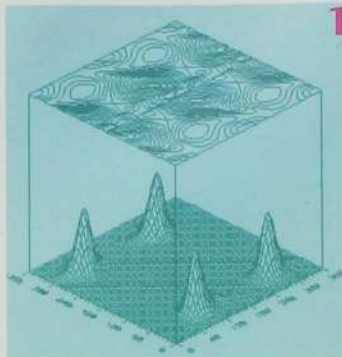


Volumen 17
Mayo-junio de 1998
México ISSN 0185-1411
\$ 15 pesos

El Proyecto
Pierre Auger



9 770185 141010



14th IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON Physical Organic Chemistry

"Synergism of Experimental and Theoretical Chemistry"

Mexico City, México
13-14 August, 1998.

To take place at Auditorio A. Rosenblueth, Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)

Av. I.P.N. 2508, esquina Ticomán, México, D.F. 07000

Invited Speakers

- José Luis Abboud, Instituto de Química Física "Roscolano", España
- Per Ahlberg, Goeteborg University, Sweden
- Yitzhak Apeloig, Technion University, Israel
- Jerzy Cioslowski, Florida State University, USA
- Miguel Angel García-Garibay, University of California at Los Angeles, USA
- Richard S. Glass, University of Arizona, USA
- Charles Perrin, University of California at San Diego, USA
- Zvi Rappoport, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
- Ken'ichi Takeuchi, Kyoto University, Japan
- Alberto Vela, CINVESTAV, México
- Ernst Andres, University of Jena, Germany
- Silvio Biali, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
- Gabriel Cuevas, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Sam Gellman University of Wisconsin, USA
- Heinz Koch, Ithaca College, USA
- Leo Radom, Australian National University, Australia
- Hans-Ullrich Siehl, Ulm University, Germany
- Thomas Tidwell, University of Toronto Canada
- Pierre Vogel, University of Lausanne, Switzerland

Registration and Information

Dr. Eusebio Juaristi Tel (525) 747 70 00 Ext. 4037
Dr. Bárbara Gordillo Tel (525) 747 70 00 Ext. 4082
or

Sra. Noemí Munguía, Tel. (525) 747 70 00 Ext. 4006
Depto. de Química, CINVESTAV Fax (525) 747 71 13

INTERNET: <http://www.relaq.mx/RLQ/mexico/eventos/presentacion.html>

Cost \$65.00 US dollars (or \$500.00 Mexican pesos), Students \$ 300.00 Mexican pesos.



Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Martínez Palomo
SECRETARIO ACADÉMICO
Manuel Méndez Nonell
SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Luis Alfonso Torres
SECRETARIO DE RECURSOS
HUMANOS Y MATERIALES
Leonardo Contreras Gómez

AVANCE Y PERSPECTIVA

DIRECTOR EDITORIAL
Enrique Campesino Romeo
EDITORA ASOCIADA
Gloria Novoa de Vitagliano
COORDINACIÓN EDITORIAL
Martha Aldape de Navarro
DISEÑO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN
Rosario Morales Alvarez
APOYO
Sección Fotografía
del CINVESTAV
CAPTURA
Josefina Miranda López
Isabel Negrete
María Gabriela Reyna López

CONSEJO EDITORIAL
René Asomoza
INGENIERÍA ELÉCTRICA
J. Víctor Calderón Salinas
BIOQUÍMICA
Luis Capurro Filigrasso
UNIDAD MÉDICA
Marcelino Cerejido
FISIOLOGÍA
Eugenio Fríxione
BIOLOGÍA CELULAR
Jesús González
LAB. DE QUERÉTARO
Luis Herrera Estrella
UNIDAD IRAPUATO
María de Ibarrola
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Eusebio Juaristi
QUÍMICA
Luis Moreno Armella
MATEMÁTICA EDUCATIVA
Miguel Ángel Pérez Angón
FÍSICA
Héctor M. Poggi
BIOTECNOLOGÍA
Gabino Torres Vega
FÍSICA

Consulte nuestra página
de Internet:

<http://www.cinvestav.mx/webelct/avance.htm>

RESPONSABLE
Valente Espinoza

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Vol. 17

mayo-Junio de 1998

- 131 *El Proyecto Pierre Auger: astropartículas y rayos cósmicos ultraenergéticos*
Umberto Cotti y Arnulfo Zepeda 360
- 141 *La Biblioteca de Ciencias Biológicas y de la Salud del Cinvestav* 20
Imelda Saldaña e Isamel Jiménez 240
- 147 *El programa de posgrado en física del Cinvestav*
Miguel Ángel Pérez Angón y Gabino Torres Vega 400

PERSPECTIVAS

- 157 *Ciencia y medicina en el milenio*
Arthur Kornberg 6

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

- 167 *Plantas resistentes al aluminio: la biotecnología al rescate de los bosques tropicales*
Luis Herrera Estrella 120 20

NOTICIAS DEL CINVESTAV

- 171 *Unidades del Cinvestav en Guadalajara y Querétaro*
Rafael F. Rivera Bustamante, jefe del Departamento de Ingeniería Genética de Plantas

INNOVACIONES EDUCATIVAS

- 175 *Las nuevas tecnologías en el aula de matemáticas y ciencias*
Luis Moreno Armella y Teresa Rojano Ceballos 21

MATICES

- 183 *Sesenta años bien cumplidos*
Rosalinda Contreras 160 X

LIBROS Y REVISTAS

- 189 *El mundo y sus demonios, de Carl Sagan*
Jorge G. Hirsch 120 X

Portada: El Universo, único vitral realizado por Rufino Tamayo, Centro Cultural Alfa, Monterrey, N.L.

Foto: Lourdes Alonso y Adalberto Ríos.

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El Número correspondiente a mayo-junio de 1998, volumen 17, se terminó de imprimir en abril de 1998. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. *Editor responsable:* Enrique Campesino Romeo. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esquina calzada Ticomán, apartado postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud del título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de Título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 01603-89, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Litografía Electrónica, S.A. de C.V., calle Vicente Guerrero 20A Col. Barrio San Miguel, Iztapalapa, 09360, México, D.F. Avance y Perspectiva publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero de 1997 página 64. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en Avance y Perspectiva, siempre que se cite la fuente. Avance y Perspectiva se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 90.00



El Colegio Nacional

ofrece los títulos de las obras de sus miembros
e invita a visitar su biblioteca

Pablo Rudomín
OBRA CIENTÍFICA I, II, III, IV, V

Beatriz de la Fuente
LA ESCULTURA DE PALENQUE

Gabriel Zaid
OBRAS I Y II

Arturo Rosenblueth
OBRA CIENTÍFICA I, II Y III

Ramón Xirau
DE LA PRESENCIA

Salvador Elizondo
OBRAS I, II Y III

Ignacio Chávez
OBRA COMPLETA

La Memoria de El Colegio Nacional se publica anualmente

Marcos Mazari
HACIA EL TERCER MILENIO

Leopoldo García-Colín
**ENERGÍA AMBIENTE
Y DESARROLLO SUSTENTABLE**
(el caso de México)

Adolfo Martínez Palomo
**OBRAS II: CIENCIA, SALUD Y
DESARROLLO**

Marcos Moshinsky
**OBRAS I: REFLEXIONES SOBRE
EDUCACIÓN, CIENCIA Y SOCIEDAD**

Alfonso Reyes
**MÁS PAGINAS SOBRE
ALFONSO REYES**
de Alfonso Rangel Guerra



El Proyecto Pierre Auger: astropartículas y rayos cósmicos ultraenergéticos

Umberto Cotti y Arnulfo Zepeda

En el principio...

Todo empezó hace unos 15 mil millones de años. Una gran concentración de energía en una región muy pequeña del espacio produjo la Gran Explosión, el *Big Bang*: el universo en el que vivimos estaba naciendo. ¿Pero qué sabemos realmente sobre esta gran explosión? ¿Qué tan precisas son las teorías que tenemos hoy en día para describirla? ¿Qué experimentos necesitamos para poder confirmar o descartar nuestros modelos?

La relación entre astrofísica, cosmología y física de partículas elementales se ha hecho mucho más intensa en los años recientes y ha resultado en el desarrollo de un nuevo campo de investigación: la física de astropartículas. La abundancia de avances conceptuales (teorías) y de datos observacionales (experimentos) en este campo lo sitúan en un momento de gran importancia.

La novedad conceptual que ha conducido a la ruptura de las fronteras entre estas disciplinas, las teorías de unificación de las fuerzas fundamentales, tienen consecuencias determinantes para la descripción de los primeros momentos de vida del universo y pueden dar respuestas a varias preguntas básicas. En ese contexto, los grandes aceleradores de partículas han sido unos verdaderos telescopios que han permitido la recreación de los primeros momentos del universo a través de las colisiones de partículas altamente energéticas. La conexión entre estas especialidades ha conducido a una sustancial extensión del modelo del *Big Bang* que, si

El Dr. Umberto Cotti está realizando una estancia posdoctoral en la Escuela Internacional Superior de Estudios Avanzados de Trieste, Italia. El Dr. Arnulfo Zepeda, investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav, es coordinador del Grupo Mexicano del Proyecto Auger. Direcciones electrónicas: ucotti@sissa.it, zepeda@fis.cinvestav.mx



resulta ser el correcto, nos permitirá tener una buena comprensión del universo desde los primeros 10^{-32} segundos de su formación. Este modelo, conocido como inflación y de materia oscura fría, explica que el universo que vemos está compuesto por partículas elementales que se mueven lentamente (materia oscura fría) y son residuos de los primeros eventos, y que todas las estructuras que vemos en el universo (galaxias, cúmulos de galaxias, supercúmulos, *great walls*) se han generado a partir de fluctuaciones cuánticas ocurridas a escalas subatómicas.

El Big Bang

La teoría del Big Bang será probablemente vista como uno de los triunfos intelectuales del siglo XX. Esta teoría nos provee de un sólido modelo del universo válido desde las primeras fracciones de segundo después de sus comienzos hasta el presente, unos 15 mil millones de años después. Según esta teoría, el universo empezó como una muy caliente y densa sopa de partículas fundamentales: quarks, leptones, bosones de norma y posible-

mente otras partículas elementales. Conforme el universo se iba expandiendo y enfriando, las estructuras que existen hoy en día se fueron formando. Alrededor de 10^{-5} segundos después del Big Bang, los quarks más ligeros empezaron a formar neutrones y protones. En una serie de reacciones nucleares bien estudiadas que empezaron en las primeras fracciones de segundo y terminaron después de unos minutos, se formaron los núcleos de los elementos más ligeros D, He_3 , He_4 , y Li_7 . Los núcleos de los elementos más pesados que el Li_7 se formaron muchísimo tiempo después a través de reacciones nucleares en el corazón de las estrellas. En unos cientos de miles de años después, el universo ya se había enfriado lo suficiente para que los átomos se pudieran formar conforme los electrones libres eran atrapados por los núcleos existentes. En los siguientes 15 mil millones de años se formaron todas las estructuras cósmicas que se observan en la actualidad, desde las estrellas hasta los supercúmulos de galaxias y los *great walls*.

Contamos con una gran cantidad de datos observacionales que concuerdan con la teoría del Big Bang y cuatro de ellas son fundamentales: la expansión del universo; el eco electromagnético de la gran explosión conocido como la radiación cósmica de fondo (RCF); la abundancia de D, He_3 , He_4 y Li_7 ; y la muy pequeña variación (1 parte en 10^5) de la intensidad de la RCF entre diferentes direcciones en el cielo.

Una suave explosión

Esta gran explosión no fue, sin embargo, comparable a la que puede ser provocada por una gran cantidad de dinamita o por un proceso termonuclear.

Tampoco puede haber sido generada por la liberación de energía de dos gigantescas esferas de materia y antimateria en colisión. Una de sus principales características es la gran homogeneidad a grandes escalas, que no puede ser explicada pensando en una explosión común. Por grandes escalas entendemos aquí las que obtenemos si dividimos el espacio en cubos de por lo menos unos 300 millones de años luz de lado. A estas escalas encontramos, a través de observaciones de galaxias, que cada uno de estos cubos es muy parecido a los demás en sus propiedades promedio, como son la densidad de masa, la densidad de galaxias y la luz emitida. Pero la evidencia más impresionante de esta homo-

geneidad viene de la radiación de fondo cósmico (RFC). Los datos del satélite COBE, confirmados por sucesivos experimentos terrestres, muestran que esta radiación tiene la misma temperatura (energía) en todas las direcciones (después de una corrección que toma en cuenta el movimiento de la Tierra con respecto a la radiación) con una precisión de una parte en 100,000.

El satélite COBE, lanzado en 1989, ha mostrado que la RCF es una radiación de cuerpo negro con una precisión de 0,01% y con una temperatura de 2.7277 ± 0.002 K. Todos los cuerpos arden en función de su propia temperatura; en el caso de un cuerpo negro el espectro de emisión radiativa depende exclusivamente de su temperatura y tiene un comportamiento que fue descrito por primera vez por Planck. Dado que la RCF provee una imagen del universo producida en el momento en que los fotones interactuaron por última vez con la materia, alrededor de 300,000 años después del *Big Bang*, cuando el universo tenía un tamaño mil veces más pequeño que el tamaño que tiene ahora, esta radiación ha sido estudiada buscando variaciones de intensidad que puedan revelar una cierta distribución de materia en estas épocas primordiales.

En 1992, a través de los datos producidos por COBE, se descubrieron en la RCF diferencias de temperatura

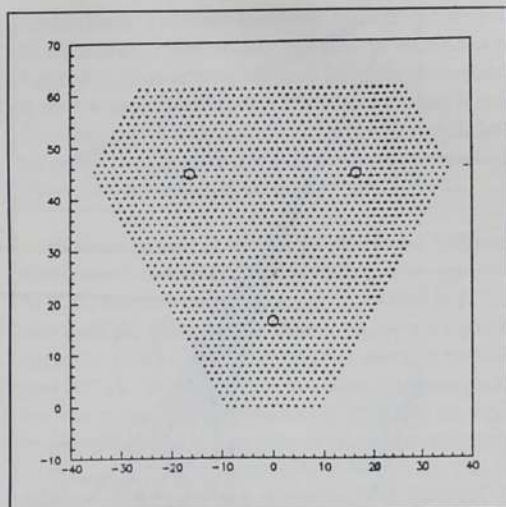


Figura 2. Arreglo tipo "escudo de superman" para el Observatorio Pierre Auger.

de 30 microKelvin entre direcciones separadas por ángulos de alrededor de 10 grados en el cielo. Este descubrimiento nos enseñó dos cosas: el universo en sus inicios era extremadamente homogéneo y además había pequeñas variaciones en la densidad de materia de alrededor de una parte en 10^5 . Las pequeñas variaciones en la temperatura confirmaron así la existencia de un elemento fundamental en la teoría del *Big Bang*, la idea de que todas las estructuras que vemos provienen de pequeñas variaciones en la densidad de materia y que crecieron bajo la influencia de la gravedad en los últimos 15 mil millones de años¹.

Máquinas de tiempo cósmico

En su infancia, el universo era una sopa muy caliente de partículas fundamentales: quarks, leptones y bosones de norma. Cuanto más retrocedemos en el tiempo, mayores son las temperaturas y las energías de estas partículas. Los aceleradores de partículas terrestres crean precisamente una sopa altamente energética de quarks, leptones y otras partículas, cuando hacen colisionar protones y antiprotones, electrones y positrones o protones y positrones. Al igual que¹ los telescopios, son como máquinas del tiempo cósmicas que permiten a los científicos explorar los primeros instantes del universo.

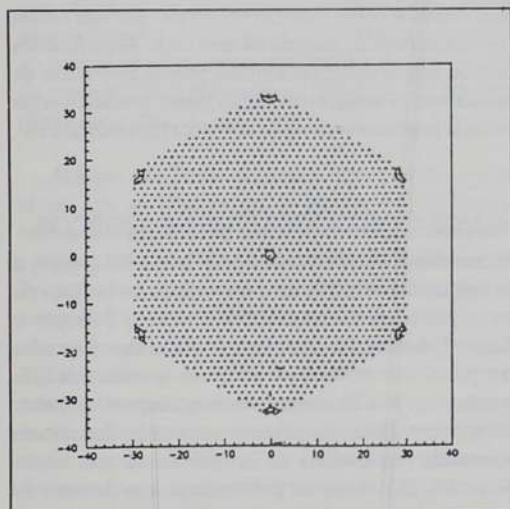


Figura 1. Arreglo hexagonal de detectores para el Observatorio Pierre Auger.

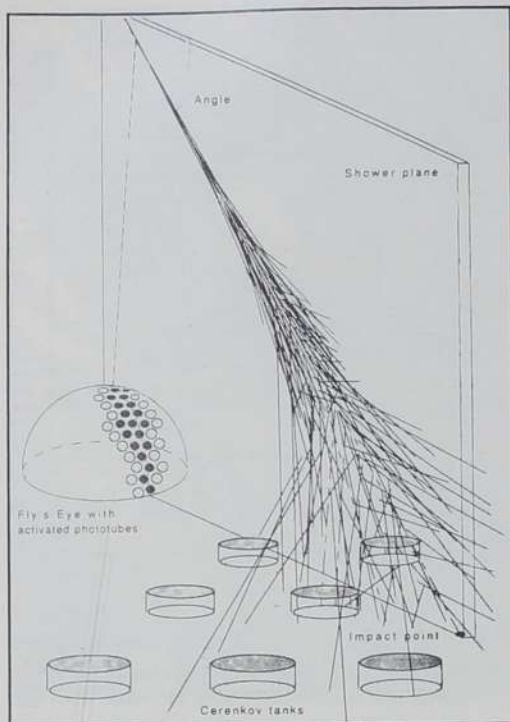


Figura 3. Simulación de un chubasco de partículas secundarias.

Por otro lado, el universo es el más poderoso de los aceleradores que permite a los físicos obtener datos sobre acontecimientos que no serían reproducibles en los aceleradores terrestres.

La unificación de fuerzas y partículas en la naturaleza es la teoría más exitosa de la física moderna. Existe una creencia general y algunas evidencias (por ejemplo la unificación de las fuerzas electromagnéticas y débiles), de que la simplicidad más profunda de la naturaleza se manifiesta solamente a energías y temperaturas muy elevadas. Esto hace del universo primordial un elemento fundamental para probar las ideas más importantes de la física de partículas elementales, incluidas la unificación de las fuerzas fuerte, débil y electromagnética, las teorías supersimétricas y las teorías de supercuerdas. Por el otro lado, las teorías de unificación de partículas y fuerzas fundamentales tienen profundas consecuencias sobre los modelos de evolución del universo.

Un ejemplo de esto es la explicación que en los años 80 se pudo hacer sobre el origen de la asimetría entre materia y antimateria, conocida como bariogénesis y que se desarrolló gracias al impulso logrado por los modelos de unificación. La bariogénesis explica que un ligero exceso de materia (quarks y leptones) se presentó en los primeros instantes debido a una ligera preferencia por la materia y no por la antimateria en las leyes de la física conocida como violación de CP. Después de la aniquilación de toda la antimateria con la materia en los primeros 10^{-6} segundos, quedó solamente la materia que vemos hoy en día. En los próximos meses varios experimentos en distintos aceleradores empezarán a tomar datos para poder entender mejor los fenómenos que involucran una violación de CP y, en consecuencia, la bariogénesis.

Conforme el universo se desarrolla va pasando a través de una serie de transiciones de fase correspondientes a las diferentes fuerzas de la naturaleza, y conforme la temperatura disminuye se hacen a su vez menos unificadas y desarrollan sus características individuales. Estas transiciones de fase, parecidas a las transiciones entre el hielo y el agua, pueden dejar sus señales en el desarrollo futuro del universo. Si una transición de fase no se llevó a cabo suave y uniformemente, se pudieron formar defectos topológicos que pueden seguir existiendo en el presente. Pueden ser tanto monopolos magnéticos muy pesados como cuerdas cósmicas, que son sutiles concentraciones de energías de falso vacío. Estos defectos pueden actuar como las semillas para la formación de estructuras o tener otras importantes consecuencias como la producción de rayos cósmicos ultraenergéticos¹.

Rayos cósmicos Ultraenergéticos

El descubrimiento de la existencia de la RFC generó, a su vez, una conclusión muy importante en la física de los rayos cósmicos: en 1960, Greisen, Zatsepin y Kuzmin¹, determinaron que los rayos cósmicos, formados por protones o núcleos pesados con grandes energías que lleguen a la atmósfera terrestre después de haber viajado una distancia enorme, resentirán de manera apreciable la presencia de la RCF como una fuerza disipativa. Así como un paracaidista, que después de un periodo de aceleración alcanza una velocidad máxima que no puede superar gracias a su interacción con el aire que lo frena, para los rayos cósmicos existe

una predicción teórica sobre su límite máximo de energía de alrededor de 5×10^{19} eV. Desafortunadamente para los observadores terrestres, a la Tierra llegan muy pocos rayos cósmicos con estas energías: si tuviéramos un detector con una superficie de 10 km^2 solamente observaríamos un evento por año. Es por esta razón que nuestro progreso en el conocimiento de estos rayos cósmicos ultraenergéticos ha sido muy lento. Sin embargo, dos experimentos distintos detectaron por separado en 1991 y 1993 unos eventos que iban claramente más allá de cualquier predicción teórica. Estos experimentos registraron rayos cósmicos con energías de 2,1 y $3,2 \cdot 10^{20}$ eV: energías que son 100 millones de veces mayores a la que tiene una partícula acelerada por el más poderoso de los laboratorios que tenemos en la Tierra, pero sobre todo energías que rebasan cinco veces los límites teóricos existentes. En otras palabras no tenemos un modelo que pueda explicar satisfactoriamente estos acontecimientos.

El Observatorio Pierre Auger

Como se mencionó en la sección anterior, es un misterio el origen y la naturaleza de los rayos cósmicos de las más altas energías conocidas hasta ahora (mayores que 10^{19} eV). El Proyecto Pierre Auger (PPA) tiene como objetivo principal diseñar, construir y operar un observatorio que sea capaz de detectar un número suficientemente grande de rayos cósmicos con estas energías para hacer un análisis estadísticamente significativo de (i) el espectro de energías, (ii) la composición química y (iii) las direcciones de arribo.

Al llegar a la Tierra, un rayo cósmico de alta energía choca con los núcleos de los átomos (principalmente nitrógeno y oxígeno) de la alta atmósfera, produciéndose una *cascada atmosférica* de partículas secundarias entre las que se encuentran tanto nucleones como mesones y leptones. Son estas partículas secundarias las que se detectan en la superficie de la Tierra. Un rayo cósmico de 10^{20} eV genera en la atmósfera alrededor de 2×10^{11} partículas, dispersadas en un área de 20 km^2 . En lugar de la detección de partículas en la superficie terrestre, puede observarse la fluorescencia del nitrógeno excitado por los rayos cósmicos secundarios en la alta atmósfera. Debido a que el flujo de partículas de estas energías es extremadamente bajo ($1 \text{ partícula km}^2/\text{siglo}$), se necesita un área de colección mucho mayor que cualquiera de los detec-

tores de las generaciones anteriores. El detector más grande construido hasta ahora, AGASA, se encuentra en Japón y cubre un área de 100 km^2 . Tomados en conjunto, el área de todos los detectores construidos hasta hoy en día no representa más que unos cuantos cientos de km^2 , los cuales, desde 1962 a la fecha, sólo han observado 10 eventos con energías en la región de 10^{20} eV.

El Observatorio Pierre Auger de Rayos Cósmicos (OPA) estará distribuido en dos sitios con un área total de 6000 km^2 con una aceptación de $14,000 \text{ km}^2$. Con esta área de colección se espera recibir un flujo de alrededor de 60 eventos por año con energías mayores que 10^{20} eV. Se espera que tres años de observación servirán para obtener resultados preliminares, los cuales se irán refinando a medida que se incremente el número de eventos recolectados durante el tiempo de vida útil del observatorio, que será de alrededor de 20 años. La razón para dividir el detector en dos partes iguales, uno en el hemisferio norte y otro en el hemisferio sur, es cubrir totalmente la esfera celeste.

Desde el punto de vista teórico, el origen y propagación de rayos cósmicos de 10^{20} eV presenta también retos interesantes. En estas energías los rayos cósmicos interactúan con los fotones de la radiación de fondo (RFC) de 3K y pierden rápidamente su energía. La consecuencia de esta pérdida es que las partículas no pueden llegar a la Tierra de distancias mayores que 50 Megaparsecs (alrededor de 150 millones de años luz), una distancia pequeña en la escala cosmológica. Pero dentro de la distancia señalada, existen muy pocos aceleradores astrofísicos conocidos que puedan generar estas energías. Es por ello que los rayos cósmicos con energía 10^{20} eV representan una incógnita.

Colaboración internacional

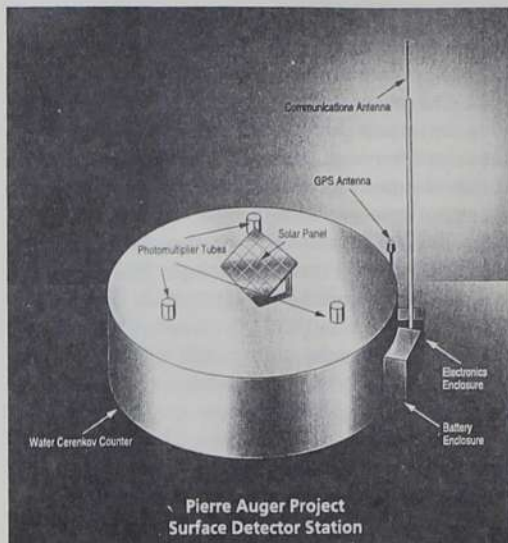
Para atacar la multitud de problemas que plantea el PPA se ha establecido una colaboración internacional en la que están involucrados 170 investigadores de 18 países, México entre ellos. El costo total del proyecto es de aproximadamente 100 millones de dólares, de los cuales se espera que México aporte el 5%, que se empleará principalmente en el diseño y construcción del sitio en el hemisferio norte, el cual será instalado en el estado de Utah, EUA. El sitio del hemisferio sur se construirá en la provincia de Mendoza, Argentina.

En vista de que sería poco práctico y económicamente imposible cubrir toda el área de 6000 km² con detectores y debido a la extensión del frente de partículas secundarias, cada sitio contará con un arreglo de unos 1600 tanques con agua con un área de 10 m² y un volumen aproximado de 12 m³ cada uno, separados entre sí por una distancia de 1.5 Km (figuras 1 y 2).

Muchas de las partículas secundarias que penetren en el agua de los tanques viajarán con una velocidad mayor a la de la luz en ese medio y por lo tanto emitirán luz Cerenkov, la cual será captada por tres fotomultiplicadores instalados en la parte superior del tanque. La señal de los fotomultiplicadores será procesada por electrónica ultrarápida localizada en cada tanque. Esta electrónica se encargará de digitalizar las señales de los fototubos, agregar etiquetas con los tiempos de llegada (tomados del sistema de geoposicionamiento global mediante satélites ya existentes) y comunicarse con tanques vecinos y con la estación central con el fin de determinar si existieron señales en otros tanques y/o en los detectores de fluorescencia (mencionados a continuación), correlacionadas en el tiempo. Esta sería una indicación de que las señales provienen de un mismo rayo cósmico primario. La combinación de la información sobre el tiempo de impacto y la intensidad de la luz Cerenkov de cada tanque dará elementos para reconstruir la cascada atmosférica y así conocer la energía y dirección de arribo del rayo cósmico primario.

Además de los detectores de superficie, cada uno de los sitios del OPA contará con un detector óptico capaz de captar las señales de luz provenientes de la fluorescencia del nitrógeno de la alta atmósfera, excitado por la cascada de partículas secundarias. De esta manera se detecta una fuente de luz verde que se mueve a la rapidez de la luz y cuya intensidad es proporcional al número de partículas en el frente de la cascada. El detector de fluorescencia consiste de un conjunto de espejos que enfocan la luz en planos donde se colocan tubos fotomultiplicadores. De esta manera puede observarse la evolución de la cascada en vez de verla solamente a una profundidad atmosférica fija.

Así se obtendrá información importante para conocer la naturaleza del rayo cósmico primario que originó la cascada. Debido a que la intensidad de la luz de fluorescencia es muy baja, el detector óptico sólo podrá operar en noches claras (sin nubes) y oscuras (sin luz de



Luna), lo cual limita su operación a sólo un 10% del total del tiempo.

Por utilizar dos fuentes distintas de información se dice que el OPA será un detector híbrido. Los eventos que se observen en ambos detectores contendrán información muy precisa sobre la energía, dirección de arribo y naturaleza de la partícula primaria. El OPA será el primer detector de esta clase que se ponga en operación en el mundo.

Para poder conocer los detalles de una cascada atmosférica se debe simular su evolución en la computadora. Para llevar a cabo esta tarea se utilizan diversos códigos numéricos y a través de la comparación de datos experimentales con los de las simulaciones podemos encontrar la energía de la partícula primaria y su naturaleza. Por otra parte los rayos cósmicos de interés para este proyecto son de energía mayor, en varios órdenes de magnitud, que las energías obtenidas en aceleradores terrestres. Por esta razón los modelos hadrónicos que utilizan los códigos numéricos son sólo extrapolaciones de aquéllos comprobados en aceleradores terrestres y constituyen una fuente de incertidumbre. El equipo del OPA trabaja actualmente en el mejoramiento de los códigos y en el análisis de la dependencia del resultado de la simulación en los modelos hadrónicos que se usan.



El grupo mexicano

Dentro del contexto del diseño y construcción del OPA hay diversas tareas que se han distribuido entre la colaboración internacional según el tamaño y capacidades de los grupos involucrados. Existe dentro de la colaboración una sana competencia de ideas y para seleccionar cada componente se hará una selección crítica entre las distintas propuestas. El grupo mexicano, consistente en 31 profesores y 9 estudiantes de 7 instituciones de todo el país, ha participado y participa con propuestas y responsabilidades en distintos ámbitos:

(1) Se propuso una localidad como sede para el sitio del norte. El sitio se encuentra localizado en el noreste del estado de Chihuahua, al suroeste de Ciudad Juárez. Este reúne todos los requisitos técnicos necesarios, pero desafortunadamente la colaboración se inclinó en la votación final por el sitio propuesto por el grupo de los EUA en Utah. La diferencia fue de tan sólo un voto.

(2) México tiene la responsabilidad de instalar y operar un prototipo de detector de superficie, utilizando un tanque de polietileno. Esta tarea fue asignada en base a una propuesta de la representación mexicana en una reunión de la colaboración internacional. La propuesta se basó en las propiedades de reflectividad y maleabilidad del polietileno, su costo reducido y la experiencia

de industrias mexicanas en la fabricación de este tipo de tanques. Una versión reducida del prototipo propuesto se instaló en la Ciudad Universitaria de la ciudad de Puebla y se encuentra operando desde finales de diciembre de 1996 con resultados satisfactorios. Estos resultados se presentaron no sólo a la colaboración internacional sino también en artículos de investigación enviados a revistas internacionales. A finales de mayo de 1997 se empezó, en el mismo lugar, la instalación de un prototipo de tamaño real, el cual está tomando datos desde finales de octubre de 1997.

(3) Las propuestas de los participantes mexicanos dentro del Proyecto Auger han influido en el estado actual de los diseños de los detectores del mencionado proyecto internacional. Como un reconocimiento a la calidad de la participación mexicana, la dirección general del Proyecto ofreció al grupo mexicano la posición de *Task leader of the surface detector*, el cual es un puesto de alto nivel y de mucha responsabilidad dentro de la dirección científica general del Proyecto Auger. El grupo mexicano aceptó la propuesta y designó a Humberto Salazar de la BUAP como el responsable de este puesto. Por otro lado, se aprobó la participación de Luis M. Villaseñor de la UMSNH al frente del monitoreo y calibración del detector de superficie (*Subtask leader in charge of calibration and monitoring of the water Cerenkov detectors*).

(4) Se está elaborando un diseño para los niveles bajos de disparo de la electrónica rápida asociada a los detectores de superficie. Actualmente se trabaja en los detalles del diseño, construcción de prototipos y búsqueda de proveedores mexicanos que puedan construir los circuitos necesarios. Este trabajo se ha llevado a cabo en colaboración con la Universidad de Michigan en EUA.

(5) La propuesta mexicana de diseño óptico del detector de fluorescencia ha sido considerada la óptima y más simple de las presentadas por la colaboración internacional, hasta el momento. Esta propuesta elimina el problema de la aberración de coma y permite ampliar el campo de visión significativamente. Por lo anterior, se ha propuesto instrumentarla en el prototipo de detector de fluorescencia que se construirá en Europa.

(6) Se han instalado los programas de simulación de las cascadas atmosféricas en varias computadoras en México. Actualmente se trabaja en la optimización de estos programas y en el entrenamiento de un mayor número de usuarios. En la reunión de Utah en mayo de 1997 se presentaron resultados comparativos de simulaciones de cascadas hechas con programas diferentes. Se desarrolló un programa de interface entre los programas AIRES (simulación de chubascos) y AGASIM (simulación de detectores Cerenkov) para el uso común de la colaboración internacional. Se espera que los primeros resultados obtenidos con el conjunto de estos programas se presenten en la siguiente reunión del PPA en CERN (Ginebra, Suiza).

(7) Se está trabajando actualmente en una propuesta para la elaboración de las celdas solares que proveerán de energía a los detectores de superficie.

Megaproyecto

Para consolidar nuestra participación en el OPA en un nivel aceptable y buscar que los beneficios de ésta se reflejen concretamente en México, hemos presentado al CONACyT un proyecto siguiendo los lineamientos de la convocatoria que esta agencia publicó en el verano de 1996 para la presentación de megaproyectos de investigación. La propuesta elaborada contiene una solicitud de financiamiento para proveer componentes fabricados en México para el sitio del norte y para instalar laboratorios de investigación en instrumentación, elec-



trónica rápida, física de rayos cósmicos, comunicaciones y física de altas energías. La inversión en estos laboratorios servirá tanto para apoyar concretamente las labores del OPA como para contar con una infraestructura que constituirá un beneficio a más largo plazo. Estos laboratorios serán cofinanciados por las instituciones participantes. Podemos esperar que el próximo siglo la física de rayos cósmicos juegue un papel más importante en el mundo que el que ha tenido hasta ahora. El PPA puede ser la base de esta área del conocimiento en México, apoyando el crecimiento de una joven comunidad científica para ese siglo².

La cantidad total solicitada al CONACyT es de 7 millones de dólares, de los cuales se prevé, a grosso modo, aportar 4.4 millones directamente a la construcción del sitio del norte y 2.6 para construcción de prototipos en México, gastos de operación, becas, viajes y viáticos. Esta propuesta ya ha sido aprobada por los comités internos y externos del CONACyT, solo falta ser evaluada al más alto nivel para su posible financiamiento.

A nivel internacional el proyecto está dirigido por James W. Cronin (Premio Nobel de Física) de Chicago y Alan Watson del Reino Unido. Cada país tiene un representante en la organización, el representante por México es Arnulfo Zepeda. Las diversas áreas de desarrollo tienen un coordinador a nivel internacional; en el

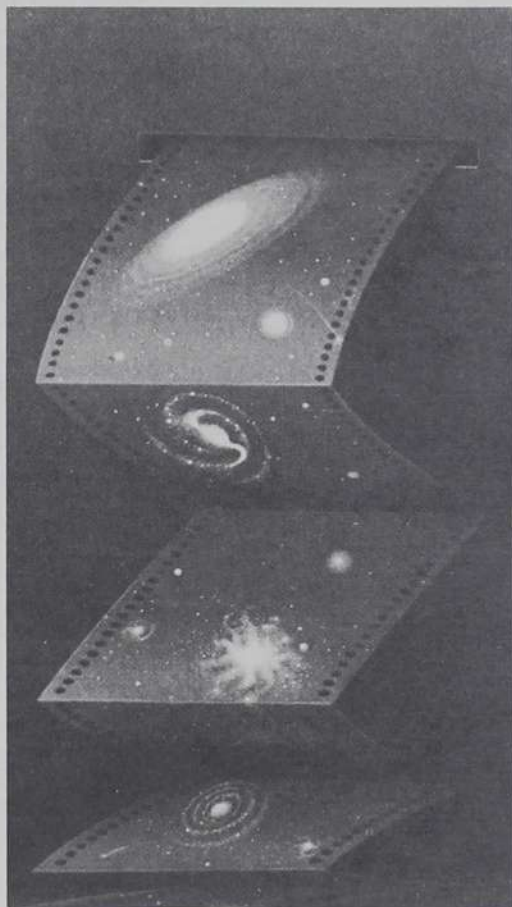
aspecto de los detectores Cerenkov el líder es, como ya se dijo arriba, Humberto Salazar de la BUAP, y en el aspecto de educación y relaciones públicas es José Valdés del IGF-UNAM. A nivel nacional el proyecto está coordinado por un comité formado por Arturo Fernández y Humberto Salazar de la BUAP, Lukas Nellen y José Valdés de la UNAM, Luis Villaseñor de la Universidad Michoacana y Arnulfo Zepeda del Cinvestav.



Notas

1. Se sugieren los siguientes artículos que incluyen más información sobre la física de rayos cósmicos: G.F. Smoot, *Beam Line* 23, 2 (junio 1993); *Physics Today* (Feb/1997) p. 17; T. O'Halloran, *Physics Today* (Enero/1998) p. 31; N. Gehrels y J. Paul, *Physics Today* (Feb/1998) p. 26.

2. Para mayor información, se puede consultar la página de internet del Proyecto Pierre Auger: <http://www.fis.cinvestav.mx>



LATINCORR 98

3rd. NACE Latin American Region Corrosion Congress
6º Congreso Iberoamericano de Corrosión y Protección

Marriott Casa Magna
Cancún, México

August 30 - September 4, 1998

- Atmospheric corrosion
- Coatings and linings
- CO₂ and H₂S corrosion
- Corrosion in power stations
- CYTED meetings of DURAR, PATINA, BIOCORR and RICORR
- Electrochemical testing and monitoring in industry
- Environmental assisted cracking
- High temperature corrosion
- Industrial experiences in cathodic protection
- Inhibitors
- Lead, heavy metals and toxic solvents in paints
- Localized corrosion
- Materials performance in marine environments
- Microbially induced corrosion
- MIC-biodeterioration
- Modern spectroscopy in corrosion science
- Modification of metal surfaces
- Paints for the nuclear industry
- Plastic deformation interactions in SCC
- Reinforced concrete durability and rehabilitation
- Transport industry

Organizers:

NACE Latin American Region
Asociación Iberoamericana de Corrosión y Protección

Section Mexico of NACE
Academia Mexicana de Ciencia de Materiales, A. C.

Simultaneous with the International Materials Research Congress 1998

La biblioteca de ciencias biológicas y de la salud del Cinvestav

Imelda Saldaña G. e Ismael Jiménez E.

Con el presente artículo se pretende dar una mayor difusión a los servicios que ofrece la Biblioteca de Ciencias Biológicas y de la Salud (BCBS) del Cinvestav, la cual se formó por la fusión de las bibliotecas correspondientes de los departamentos de Biología Celular, Genética y Biología Molecular, Bioquímica, Fisiología, Biofísica y Neurociencias, Patología Experimental y Biomedicina Molecular, Farmacología y Toxicología, y Biotecnología de dicha institución. Desde el lunes 30 de marzo de 1997 la BCBS cuenta con un nuevo y más amplio local situado a un costado del edificio de la administración central del Cinvestav en Zacatenco.

Los objetivos principales de la BCBS son apoyar la labor de investigación y docencia del personal académico del Área Biológica y de áreas afines en el Cinvestav, así como a los usuarios de otras instituciones que requieren consultar nuestro acervo o utilizar nuestros servicios bibliotecarios.

Acervo

En la actualidad contamos con el siguiente acervo:

- 1,362 títulos registrados en kardex de publicaciones periódicas, de los cuales 675 son títulos vigentes en suscripción,
- 19,200 libros,
- 749 tesis de maestría y doctorado,

La Lic. Imelda Saldaña G. es la responsable de la Biblioteca de Ciencias Biológicas y de la Salud del Cinvestav. El Dr. Ismael Jiménez E., investigador titular del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav, es presidente en turno del comité de asesores de esta biblioteca.

- 60 audiovisuales sobre temas de biología y fisiología,
- 15 videocassettes,
- 6 bases de datos bibliográficas.

Servicios

A continuación se enlistan y describen someramente algunos de los principales servicios que ofrece la BCBS:

- Préstamo en sala: el usuario puede consultar material bibliográfico dentro de las instalaciones de la BCBS sin restricciones.
- Préstamo departamental e interdepartamental: los usuarios pertenecientes a los diferentes departamentos del Área Biológica pueden solicitar material bibliográfico para consulta externa a la biblioteca por tiempo limitado; además, a través de ella pueden solicitar acervo de las otras bibliotecas del Cinvestav.
- Servicio de consulta y referencia: a cualquier usuario que requiera información específica sobre un tema o una referencia en particular se le proporciona el material bibliográfico o se le indica su localización.
- Documentación: ubicación y recuperación de artículos y libros existentes en otras bibliotecas nacionales o en el extranjero. (Este servicio solo se ofrece a los usuarios del Cinvestav).
- Servicio de alerta: se envían periódicamente las tablas de contenido de las revistas de interés del investigador del área biológica que solicita este servicio.
- Búsqueda de citas bibliográficas a las publicaciones del personal académico de los departamentos del Área Biológica.
- Servicio de consulta a las bases de datos bibliográficas: *Medline*, *Life Sciences*, *Biological and Agricultural Index*, *Drug Information FullText*, *Food Science and Technology Abstracts* e *International Pharmaceutical Abstracts* y al *Current Contents* en diskette en las áreas de: ciencias de la vida, biología agrícola y ciencias ambientales, e inteligencia y tecnología de computación.
- Acceso en línea al Catálogo de la BCBS y de las otras bibliotecas del Cinvestav, así como a bases de datos bibliográficas y a la biblioteca digital, que contiene tesis



recientes de maestría y doctorado, memorias electrónicas de congresos, manuales y documentos varios a través de la página casa de la BCBS en *World Wide Web*: <http://www.bab.cinvestav.mx>.

- Servicio de reproducción: se cuenta con una fotocopidora para que el usuario obtenga fotocopias del material bibliográfico de su interés.
- Otros servicios: cubículo equipado con videgrabadora y televisión y proyector de audiovisuales, cubículos de estudio.

Horario de servicio

La BCBS se encuentra abierta de lunes a viernes de 8:00 a 20:00 hrs., y los sábados y domingos de 9:00 a 17:00 hrs. (únicamente para el personal académico del Cinvestav).

Horario de reproducción

El uso de la fotocopidora es de lunes a viernes: 8:00 a 20:00 hrs. (cupón de estudiante y orden departamental) y de 9:00 a 18:30 hrs. (pago en efectivo), sábados y domingos de 9:00 a 17:00 hrs.

Comité de la BCBS

El Comité de Asesores de la BCBS se encuentra conformado por un investigador representante de cada uno de los departamentos del Área Biológica, y una de sus funciones es la de promover mejoras a la organización y funcionamiento de la Biblioteca, así como determinar la política de adquisición del acervo bibliográfico y supervisar que se lleven a cabo los procesos y servicios respectivos.

Servicios en línea de la BCBS

Gracias al apoyo económico proporcionado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del donativo "Proyecto de Infraestructura para la Automatización de los Servicios de la Biblioteca del Área Biológica del CINVESTAV-IPN" (clave F511-N9306), se instrumentaron los siguientes servicios en



línea que proporciona la BCBS a través de su página casa en World Wide Web: <http://www.bab.cinvestav.mx>

OPAC (Catálogo al público en línea): La BCBS, al igual que las otras bibliotecas del Cinvestav, utiliza el Sistema *Horizonte* para la automatización del catálogo y los préstamos del acervo. En la biblioteca se cuenta con terminales de computadora que permiten a los usuarios el acceso al Catálogo Público del Cinvestav en línea. A través de la Red del Cinvestav y de Internet, también es posible acceder al OPAC desde cualquier parte del mundo por medio de una sencilla interfase de caracteres, que el usuario de la biblioteca puede utilizar. Para ello deberá hacer un *Telnet* al servidor: Bab.Bab.Cinvestav.Mx, utilizando como *Login* la palabra: *centro*. Sólo debe teclear *centro1* cuando sea solicitado su respectiva clave (*password*).

Si el navegador de Web se encuentra debidamente configurado, se podrá acceder al OPAC con solo seguir las instrucciones desde la página casa de la BCBS.

Nota: La configuración del navegador consiste en especificar qué aplicación será utilizada para el *Telnet*. Por ejemplo, si el usuario emplea *Netscape* para *Windows* deberá indicar en la ventana de Preferencias/Aplicaciones de *Netscape* la aplicación: C:/windows/telnet.exe.

Personal

El personal de atención al público y administración de la BCBS se encuentra conformado de la siguiente manera:

Responsable	Ma. Imelda Saldaña G.
Consulta especializada	José Luis Zarco D. (turno matutino)
Consulta especializada	Ma. Del Pilar Dovalina M. (turno vespertino)
Procesos técnicos	Ma. del Refugio Corona T., Francisco Silva O.
Técnicos bibliotecarios	Arnulfo Apango M., Pedro Hernández Ch., Andrés Rosete H., Angelina Ramos., Ana G. González.
Secretaría	Melba Sánchez H.
Administrador de sistemas	Alberto Martínez D.
Colaborador	M. en C. Francisco M. de la Vega



Bases de datos bibliográficas: El servicio en línea de acceso a bases de datos utiliza la tecnología ERL (Electronic Reference Library) de SilverPlatter, a través del cliente de ERL de Web, WebSpirs y de CDNET Intranet. Todo el sistema está instalado en el servidor de la BCBS, donde se cuenta con un disco duro de 9 Gbytes y un servidor de discos compactos con 14 lectoras (expandible a 28 lectoras de CD-ROM) dedicadas a este servicio.

Al igual que el catálogo al público, el acceso a las bases de datos puede llevarse a cabo a través de la página casa de la BCBS, con la diferencia de que este servicio se encuentra restringido a las distintas Unidades del Cinvestav debido a limitaciones de la licencia Silver Platter. Las áreas temáticas y cobertura de las seis bases de datos bibliográficas son:

(A) Medline (1966- a la fecha): la base de datos contiene 8,400,000 referencias y resúmenes de artículos de 3,700 revistas publicadas en 70 países, agregándose 380,000 registros anualmente. Cubre todas las refe-

rencias publicadas en el *Index Medicus* y parte de *International Nursing Index* y de *Index to Dental Literature*. Temas (indicados en inglés): *Diseases, Health Sciences, Healthcare, Medicine, Nutrition, Public Health, Side Effects*.

(B) Life sciences (1982- a la fecha): ofrece 1,747,000 referencias y resúmenes de la literatura mundial de 20 disciplinas en las ciencias de la vida, agregándose 120,000 registros anualmente. Temas (indicados en inglés): *AIDS, Animal Sciences, Biochemistry, Biology, Biotechnology, Cancer, Ecology, Entomology, Genetics, Gerontology, Health Sciences, Immunology, Life Sciences, Medicine, Microbiology, Neurology, Pathology, Physiology, Public Health, Science and Technology*.

(C) Biological and agricultural index (7/83-9/1997- a la fecha): provee 542,000 referencias a libros, revisiones, artículos de revistas y de suplementos, agregándose anualmente 56,700 registros. Temas

(indicados en inglés): Agriculture, Animal Science, Biochemistry, Biology, Botany, Cytology, Ecology, Engineering, Entomology, Environment, Food and Agriculture, Forestry, Genetics, Health Sciences, Life Sciences, Marine Sciences, Microbiology, Nutrition, Physiology, Plant Genetics, Public Health, Research and Development, Soils Veterinary Sciences, Zoology.

(D) Drug information fulltext (marzo 1997- a la fecha): contiene el texto completo de 1,400 monografías cubriendo cerca de 50,000 drogas experimentales y comerciales de los EUA. Temas (indicados en inglés): Drugs, Healthcare, Health Sciences, Medicine, Pharmaceutical Research and Development, Sciences and Technology, Side Effects.

(E) Food science and technology abstracts (1990-9/97- a la fecha): con 500,000 referencias con resumen, agregándose anualmente 20,000 registros del International Food Information Service. Temas (indicados en inglés): Biotechnology, Dairy Sciences, Food and Agriculture, Nutrition, Sciences and Technology.

(F) International pharmaceutical abstracts (1970-6/97- a la fecha): incluye información de 750 revistas relacionadas con medicamentos farmacéuticos. Contiene 254,000 referencias con resumen, a las que se les agregan 14,000 registros anualmente. Temas (indicados en inglés): Drugs, Ethics, Government Regulations, Healthcare, Health Sciences, Medicine, Microbiology, Pharmaceuticals, Pharmacology, Research and Development, Science and Technology, Side Effects, Toxicology.

Para el acceso a las bases de datos bibliográficas y al *Current Contents* en diskette dentro de la biblioteca, favor de dirigirse a los responsables de consulta especializada, quienes podrán orientar al usuario en la búsqueda de información en la computadora (para ello es necesario que el usuario aparte la computadora con anticipación y traiga un diskette nuevo de 3.5" para salvar los registros, los cuales pueden ser visualizados en cualquier procesador de palabras). Así mismo, se recomienda a los usuarios que no realicen búsquedas con más de 5 volúmenes de información a la vez, para evitar que el servidor se sature. Cualquier anomalía de los servicios en línea, favor de comunicarla de inmediato a la extensión de la biblioteca (2450), o a la dirección electrónica: adiaz_bab@cinvestav.mx.



Biblioteca digital (Biblio-E)

El usuario de la biblioteca podrá tener acceso electrónico a documentos digitales desde su navegador de *www*, almacenados en el servidor de la BCBS. La Biblio-E utiliza tecnología Hyper-G/HyperWave, la cual nos fue donada gentilmente por la Universidad de Gratz, Austria.

En estos momentos se cuenta en el acervo digital con algunas tesis recientes de maestría y doctorado de estudiantes recién graduados en los departamentos que conforman la biblioteca, así como memorias electrónicas de congresos, manuales y documentos varios. La búsqueda de información que corresponde a la Biblio-E, puede realizarse mediante palabras claves que se introducen en ventanas de búsqueda y son localizadas en cualquier parte del texto.

En la Biblio-E se pueden albergar no sólo tesis digitales, sino todos aquellos documentos electrónicos originales que la comunidad del Área Biológica aporte. Estos pueden ser: notas y apuntes de cursos, manuscritos no publicados, técnicas de laboratorio, memorias electrónicas de congresos o reuniones científicas (entregadas en CD-ROM u otro formato), así como toda clase de documentos científicos de interés para la comunidad y de los usuarios en general.

Los estudiantes del Area Biológica pueden obtener un espacio en este servicio para incorporar los distintos borradores de su tesis de grado, los cuales podrían ser revisados por su tutor o asesores, sin que usuarios no autorizados accedan a estos manuscritos digitales.

Se invita a los estudiantes del Area Biológica a entregar una versión electrónica de su tesis, ya sea reciente o de tiempo atrás, para ser incluida en el acervo digital (se esta tramitando el derecho de autor para estas obras), también se extiende la invitación a los investigadores a contribuir con documentos o reportes académicos en versiones electrónicas (pueden ser en CD-ROM u otro formato) que sean de interés para todos los usuarios y que puedan presentarse temporalmente en este servicio.

Reglamento

El reglamento de la BCBS se encuentra disponible en línea a través de la página casa de la Biblioteca. Una versión impresa del reglamento será distribuida próximamente a todos los usuarios de los Departamentos del Area Biológica y se contará con ejemplares en el mostrador de la Biblioteca.

Es conveniente recordar que cada usuario puede disponer en préstamo, hasta: 8 revistas por el lapso de una semana, 4 libros por dos semanas, 2 tesis por dos semanas. Los libros de reserva se prestan a partir de las 19:00 hrs. y se deben entregar antes de las 9:00 hrs. del

siguiente día o bien, puede llevarse en préstamo un libro por el fin de semana. Para evitar que se le suspenda el servicio, sugerimos al usuario devolver el material bibliográfico que tiene en préstamo a la brevedad posible.

Finalmente, hacemos una atenta invitación a utilizar los servicios que ofrece la Biblioteca de Ciencias Biológicas y de la Salud a todas aquellas personas que requieran información especializada en las áreas de: Genética y Biología Molecular, Fisiología, Biofísica y Neurociencias, Patología Experimental, Bioquímica, Biología Celular, Biología Molecular, Farmacología y Toxicología y Biotecnología.



El programa de posgrado en física del Cinvestav

**Miguel Angel Pérez Angón y
Gabino Torres Vega**

Cuando empecé a leer a algunos científicos, me di cuenta de que, justamente porque su método es la duda y la verificación empírica, afirman siempre la objetividad del conocimiento. En este sentido continúan la tradición de Platón y Aristóteles.

Octavio Paz¹

Centésimo graduado

El pasado 27 de marzo se graduó el centésimo estudiante del programa de doctorado del Departamento de Física del Cinvestav. En esta fecha el Dr. Abdel Pérez Lorenzana obtuvo su grado de doctor en ciencias con la tesis "Unificación, supersimetría y modelos de unificación". De esta manera, el Departamento de Física tiene el mérito de ser el primer departamento del Cinvestav en lograr esta meta. Este acontecimiento amerita hacer una reflexión sobre la situación actual y las perspectivas de nuestro programa de posgrado. En esta ocasión nos concentraremos únicamente en algunos aspectos generales sobre el desempeño reciente de la planta académica del departamento. En estas mismas páginas han aparecido amplios análisis sobre los orígenes de los programas de posgrado y de investigación del Departamento de Física con motivo de la celebración de los primeros 25 y 35 años de su fundación², y uno más sobre el desempeño de sus egresados en ocasión del 30 aniversario de su fundación³.

En las figuras 1 y 2 se presentan las distribuciones de estudiantes graduados en los programas de doctorado

El Dr. Miguel Angel Pérez Angón es investigador titular y jefe del Departamento de Física del Cinvestav. El Dr. Gabino Torres Vega es investigador titular y coordinador académico del mismo departamento. Ambos son miembros del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva.

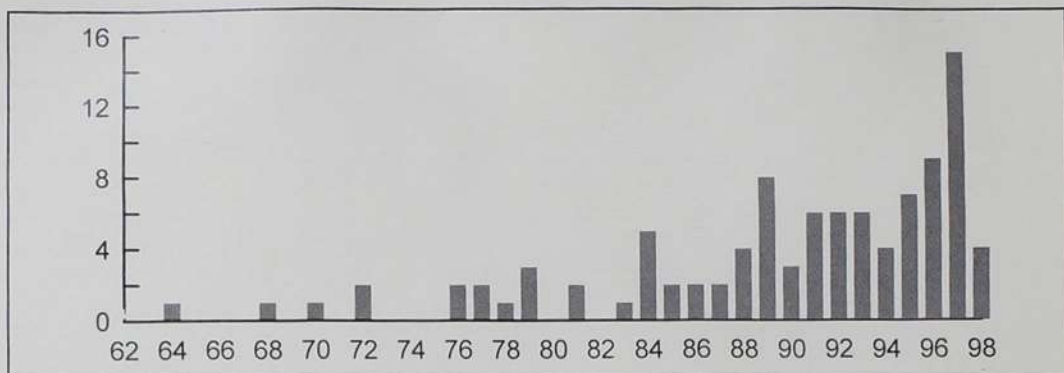


Figura 1. Distribución de estudiantes graduados en el programa de doctorado del Departamento de Física del Cinvestav desde su creación en 1961.

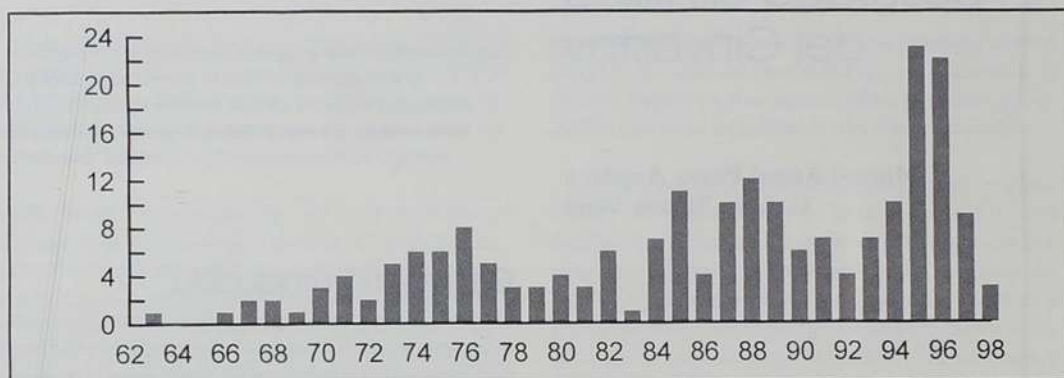


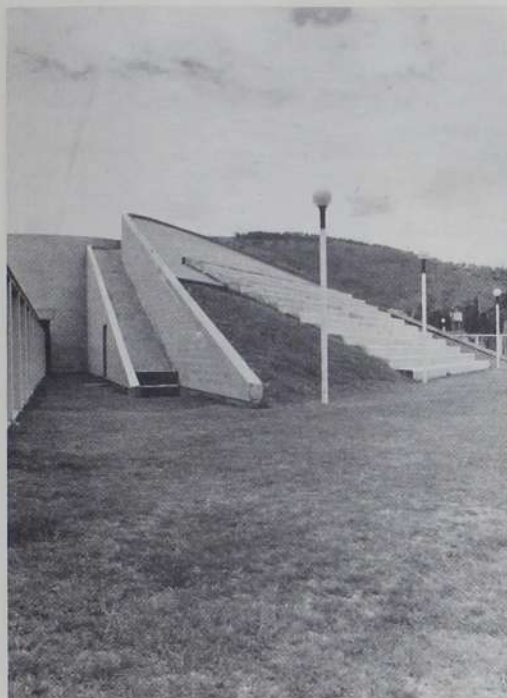
Figura 2. Distribución de estudiantes graduados en el programa de maestría del Departamento de Física del Cinvestav desde su creación en 1961.

y maestría, respectivamente, del Departamento de Física del Cinvestav según el año de graduación. A la fecha se han graduado 211 estudiantes de maestría, lo que da una muy atractiva relación de 1:2 entre los graduados de doctorado y los de maestría. En estas figuras también se puede apreciar que la mitad de los graduados en los programas de doctorado y maestría se lograron en tan sólo los últimos 8 y 10 años, respectivamente.

En la tabla 1 se desglosa el número de estudiantes de doctorado graduados según las áreas de especialidad que se cultivan en el departamento. En la tabla 2 se incluye la distribución de instituciones de procedencia de los estudiantes graduados en nuestros programas de maestría y doctorado en física.

El contexto nacional

El programa de posgrado en física del Cinvestav, fundado en 1961, fue el segundo en haberse creado en esta especialidad en México después del de la UNAM (1955). En este contexto, el programa de doctorado en física del Cinvestav es también el segundo en haber logrado su centésimo graduado, después de la UNAM. En la actualidad se ofrecen en México 29 programas de doctorado y 27 de maestría en el área de las ciencias físicas⁴. Como se puede apreciar en las tablas 3-6, el programa de posgrado en física del Cinvestav se ha mantenido en los últimos años como el segundo más productivo, después del de la UNAM, en términos absolutos tanto en el nivel de maestría como el de doctorado. En términos relativos la situación de nuestro



programa de posgrado es mucho mejor, puesto que la relación numérica entre el número de investigadores con doctorado, en el área de física, entre la UNAM y el Cinvestav es de 10 a 1, respectivamente⁴.

En las tablas 3 y 5 se indican también las eficiencias terminales promedio para cada uno de los programas nacionales en el área de las ciencias físicas. Este indicador se calcula a partir del número promedio de egresados de cada programa en los últimos cinco años dividido entre el respectivo promedio de estudiantes del primer ingreso. Las eficiencias terminales de los programas de posgrado del Cinvestav son de las más altas a nivel nacional, pero aún permanecen bajas al compararse con las eficiencias terminales (del orden del 99%) de los programas de posgrado de las mejores universidades de los EUA⁵.

El incremento del número de egresados de los programas de posgrado en física del Cinvestav ha correspondido con incrementos similares en el resto de los programas de posgrado nacionales, como se indica en la figura 3. En este punto conviene resaltar el esfuerzo rea-

Tabla 1. Distribución de los cien primeros graduados en el programa de doctorado en física del Cinvestav según su área de especialidad.

Física de Altas Energías	43
Física del Estado Sólido	30
Gravitación	13
Física Estadística	8
Física Matemática	5
Física Médica	1

Tabla 2. Instituciones de procedencia de los estudiantes graduados en los programas de maestría y doctorado en física del Cinvestav.

Institución de origen	Maestría	Doctorado
Cinvestav	-	78
IPN	53	5
U. Aut. Puebla	44	1
ITESM	16	-
U.A. San Luis Potosí	14	1
U.A. Nuevo León	14	-
U. Michoacana	12	-
U. A. Metropolitana	11	-
U. Sonora	7	2
U. A. Zacatecas	6	-
U. Iberoamericana	5	-
U. de Guadalajara	4	-
UNAM	4	-
U. Veracruzana	2	-
U. Sinaloa	2	-
I. Tecnológicos	5	-
U. A. Edo. México	2	-
U.A. Baja California	1	-
Latinoamérica	6	8
Europa	2	3
EUA	1	2
Total	211	100

lizado por los físicos mexicanos en la formación de nuevos investigadores: en un período de once años quintu-

Tabla 3. Número de estudiantes graduados en los programas de doctorado por institución entre 1986 y 1996. Se da el número promedio de estudiantes graduados por institución en el periodo 1992-1996, así como la eficiencia terminal promedio (porcentaje) para las cinco generaciones más recientes.

	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	Promedio 92-96	ET (%)
UNAM	8	7	7	6	8	8	12	4	8	8	10	8	44
CINVESTAV	2	2	4	8	3	6	6	6	4	7	9	6	46
CICESE	-	2	3	1	4	3	2	3	6	6	8	5	45
INAOE	-	1	-	-	-	1	1	1	1	4	10	3	21
UAM-I	1	1	3	5	4	5	3	1	4	3	1	2	22
UASLP	1	-	2	-	-	1	-	-	2	3	2	2	50
UAP	-	-	1	-	-	1	1	3	1	3	2	2	29
ESFM-IPN	-	1	4	-	2	2	-	-	1	2	2	2	40
CINVESTAV-UM	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	2	-
CIO	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	3	2	-
IFUG	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-
CIMAV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UAEMo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UAP-FCFM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
CIFUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	12	14	21	20	21	27	25	20	30	39	54	34	-

plicaron el número de estudiantes graduados a nivel de doctorado (véase la tabla 3). No obstante, aún estamos muy lejos de lograr la meta ideal en este rubro y compararnos con los 1500 estudiantes de doctorado graduados anualmente en los programas de posgrado en física de los EUA⁶.

Repercusión

Desde su fundación en 1961, el Cinvestav ha impulsado la creación de grupos de investigación íntimamente asociados con sus programas de posgrado. Mientras que en otras instituciones nacionales existen grupos de investigadores dedicados de manera exclusiva a sus actividades de investigación, en el Cinvestav prácticamente todos los departamentos o secciones mantienen uno o más programas de posgrado. De esta manera, la formación de nuevos investigadores en el Cinvestav se da como una consecuencia natural del desarrollo de los respectivos programas de investigación. En este marco, la planta académica del Departamento de Física del Cinvestav se ha destacado como una de las más productivas tanto en la formación de estudiantes de





Tabla 4. Número de estudiantes inscritos en los programas de doctorado entre 1986 y 1996.
Incluye el número de estudiantes de nuevo ingreso.

	88	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	Promedio 92-96
UNAM	-	-	5	51	30	34	34	81	77	107	59	72
CINVESTAV	24	30	36	41	28	31	30	33	41	55	66	45
CICESE	-	8	-	1	5	4	5	22	42	46	43	32
INAOE	-	-	6	8	8	9	14	31	36	45	37	33
UAM-I	36	35	33	37	17	14	14	31	38	49	58	38
UASLP-IF	5	6	7	6	7	10	15	16	16	16	15	15
UAP-IF	5	9	9	13	13	13	19	16	22	14	21	18
IPN-ESFM	6	14	17	8	18	15	9	11	14	22	22	16
CINVESTAV-UM	-	-	-	-	-	-	-	2	10	8	6	7
CIO	-	2	3	3	3	3	2	10	14	55	58	28
UG-IF	2	2	-	5	4	2	2	3	3	5	2	3
UAEMo	-	-	-	-	-	-	-	10	13	22	22	15
UAP-FCFM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-
											10	
											5	
TOTALES	78	106	116	173	133	135	144	268	326	456	436	326

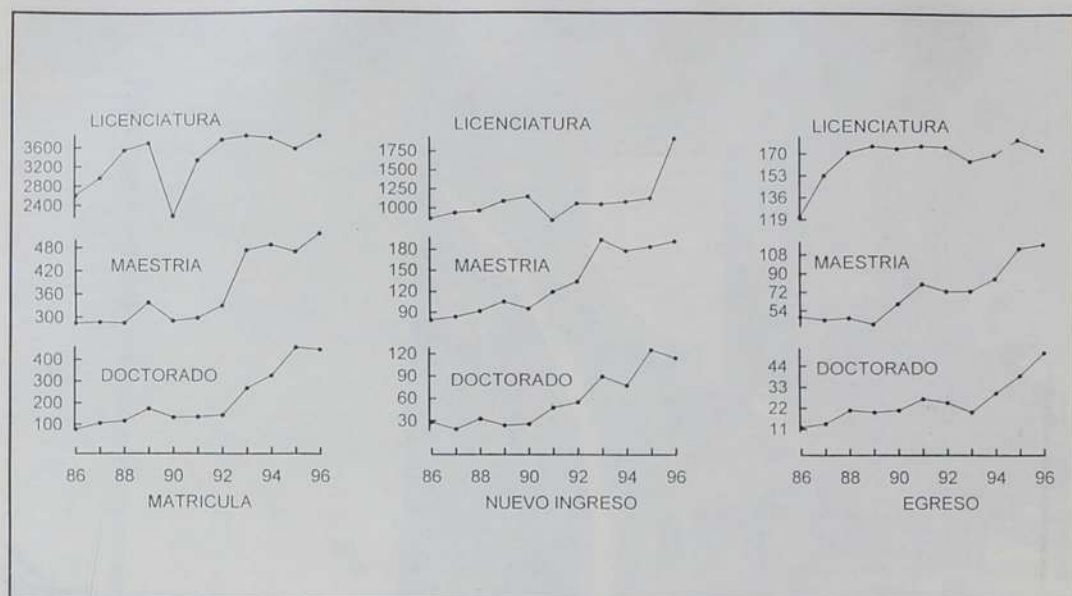


Figura 3. Evolución de la matrícula, nuevo ingreso y egreso entre 1986 y 1996 para los programas de licenciatura, maestría y doctorado en física del país. Nótese el cambio de escala en los ejes verticales.

Tabla 5. Número de estudiantes graduados de maestría por institución entre 1986 y 1996. Se da el número promedio de estudiantes graduados por institución en el periodo de 1992-1996, así como la eficiencia terminal promedio (porcentaje) para las cinco generaciones más recientes.

	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	Promedio 92-96	ET (%)
UNAM	16	14	10	15	29	32	24	28	18	16	12	20	41
CINVESTAV	4	10	12	10	5	7	4	7	9	23	21	13	68
CICESE	-	5	3	5	5	11	11	9	8	10	14	10	66
ESFM-IPN	10	4	3	2	3	7	10	4	8	17	9	10	53
INAOE	-	1	3	1	2	4	7	7	5	14	24	11	44
UAP-IF	6	6	5	1	1	3	5	3	3	9	13	7	64
CIO	2	1	7	3	14	4	5	1	13	9	3	6	-
UASLP	2	1	2	-	4	2	4	6	6	6	10	6	75
UAM-I	8	3	1	1	5	5	3	6	9	4	5	5	71
CINVESTAV-UM	-	-	-	-	-	-	-	2	4	2	2	3	75
CIFUS	-	1	4	2	2	-	-	-	2	2	4	3	75
IFUG	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	1	-	-
CIMAV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UAP-FCFM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
AUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTALES	48	45	47	41	61	80	73	73	85	114	120	93	-

Tabla 6. Número de estudiantes inscritos en los programas de maestría entre 1986 y 1996. Se incluye en cada caso el número de estudiantes de nuevo ingreso.

	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	Promedio 92-96
UNAM-FC	112	99	95	122	89	97	97	174	149	84	123	125
CINVESTAV	42	32	22	25	22	34	45	56	68	56	29	51
CICESE	-	8	-	4	5	20	27	44	30	33	41	36
IPN-ESFM	66	57	43	43	53	40	39	47	66	66	76	59
INAOE	-	-	10	19	19	24	26	48	65	89	102	66
UAP-IF	-	27	35	40	40	40	35	18	23	24	29	26
CIO	10	12	22	26	19	24	16	32	15	-	-	-
UASLP-IF	17	16	21	19	22	22	21	22	22	25	11	20
UAM-1	35	31	32	30	12	15	18	25	27	25	29	25
CINVESTAV-UM	-	-	-	-	-	-	-	10	4	9	13	9
US-CIFUS	-	-	-	7	7	-	4	4	12	9	6	7
UG-IF	2	5	4	2	2	2	2	4	7	6	13	6
UdeG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-
UAP-FCFM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	32	-
CIMAV											14	
UAS											3	
TOTALES	284	287	284	338	290	298	330	474	488	470	533	459

doctorado como en la generación de artículos originales de investigación. En la tabla 7 se presenta la evolución del índice de productividad (número de artículos originales de investigación por investigador) obtenida en los últimos once años por las instituciones nacionales que desarrollan programas de investigación en el área de las ciencias físicas. Esta información proviene del Catálogo de Programas y Recursos Humanos en Física que edita anualmente la Sociedad Mexicana de Física⁴. En este rubro se consideran sólo artículos originales de investigación publicados en revistas y que son evaluados por el sistema de arbitraje. Las revistas en consideración están registradas en el *Science Citation Index* prácticamente en su totalidad. Se excluyen artículos publicados en memorias de reuniones académicas para generar los índices de productividad de la tabla 7.

Como se puede apreciar en la tabla 7, el Departamento de Física del Cinvestav ha logrado tener el primer lugar de productividad científica en los últimos tres años. En este sentido, se ha continuado con la tradición esta-

blecida en todos los departamentos del Cinvestav para desarrollar programas de posgrado en forma armónica con los programas de investigación.

En la tabla 8 se hace una relación de las principales distinciones académicas recibidas por nuestros egresados desde la fundación del departamento. Hemos incluido tanto egresados del programa de maestría como de doctorado. En este aspecto, conviene resaltar que de los 211 egresados de nuestro programa de maestría, 81 continuaron su programa de doctorado en el mismo departamento y ya obtuvieron su grado de doctor en ciencias, 43 están actualmente inscritos en el mismo programa de doctorado, y de los 54 que continuaron su doctorado en otras instituciones del país o del extranjero, 45 ya lo obtuvieron. Esto representa un universo de 178 investigadores con doctorado o en proceso de obtenerlo que han estado asociados como estudiantes en nuestro departamento.

En la tabla 9 se presenta finalmente la distribución de egresados del departamento de física según el

Tabla 7. Promedio de artículos de investigación publicados por investigador entre 1986 y 1996. Sólo se consideran artículos originales de investigación en revistas con arbitraje e investigadores con doctorado o maestría.

	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	Promedio 91-95 (86-95)
CINVESTAV	.93	.96	1.26	1.18	1.41	1.2	1.55	1.19	1.77	1.93	2.24	1.74
IFUG						1.3	0.8	1.64	1.43	1.14	1.50	1.30
UNAM-IF	.82	.94	.92	1.16	1.03	1.05	1.18	1.22	1.09	1.08	1.32	1.28
UNAM-IIM	-	1.16	0.81	0.88	0.82	0.8	0.83	0.92	1.03	1.25	2.28	1.26
INAOE	-	1.2	1.37	1.8	1.14	0.79	1.62	0.73	1.17	1.29	1.22	1.21
UNAM-ICN	1.64	1.5	1.0	.91	.88	0.96	1.14	0.8	1.13	1.39	1.40	1.17
UASLP-IF	.23	.57	.77	.56	.88	0.92	0.93	1.06	1.37	1.21	1.16	1.15
UAM-I	.68	.65	.49	.91	.54	1.08	0.85	1.33	0.94	1.37	1.10	1.12
UNAM-IA	.61	1.0	0.69	1.14	1.27	1.07	1.0	0.96	0.98	0.93	1.28	1.03
ESFM-IPN	.21	.41	.37	.74	.58	0.88	0.76	0.58	0.92	1.04	0.71	0.80
UAP-IF	0.6	.94	.9	.72	.61	.87	0.68	0.69	0.73	0.61	0.76	0.69
CIO	-	.43	.64	.69	.66	0.69	0.46	0.63	0.90	0.58	0.93	0.70
CISECE	.21	-	-	-	.92	0.66	0.46			1.00	0.68	-
CIFUS	-	.62	.29	.38	.42	0.53				0.67	0.88	-
UAP-FCFM	-	-	-	.36	.17	0.6	0.42			0.82	0.90	-
UNAM-FC	.42	-	.28	.5	.37	.38	0.29	-	-	0.50	0.58	-
UAM-A	-	-	-	.41	.61	0.43	0.26			0.45	0.46	-
UNAM-CI										1.14	0.86	-
UAEMo										1.00	1.15	-
CINVESTAV-UM										0.70	0.90	-
IICO-UASLP											0.93	
IF-UMSNH											0.59	
CIMAV											0.55	
CIE-UNAM											1.22	

lugar donde actualmente se encuentran trabajando. Sólo se consideran para este propósito los egresados que ya obtuvieron su doctorado en el Cinvestav o en otra institución después de haber obtenido su grado de maestría en el Departamento de Física del Cinvestav. Como se puede apreciar en esta tabla, nuestro departamento ha contribuido de manera importante a formar grupos de investigación en la Universidad Autónoma de Puebla (UAP), la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), la Universidad de Guanajuato, y las unidades del Cinvestav en Mérida y Querétaro, grupos que a su vez han generado nuevos programas de posgrado.

Perspectivas

El principal propósito de análisis como el presente, del tipo laudatorio, es precisamente resaltar los aspectos positivos sobre los negativos. No obstante, en esta ocasión deseamos enfatizar uno de estos últimos que de no atenderse frenará la evolución académica de los programas de posgrado y de investigación del Departamento de Física del Cinvestav. Nos referimos al desarrollo de nuevas líneas de investigación. Esta posibilidad queda suprimida casi por completo en nuestro medio ante el actual quebranto económico que no permite abrir plazas para nuevos investigadores. Si a esto agregamos una organización académica anquilosada

Tabla 8. Relación de las distinciones académicas recibidas por los egresados del Departamento de Física del Cinvestav. Entre paréntesis se indica si el egresado corresponde al programa de maestría (M) o de doctorado (D) en ciencias. En este caso se incluyen también los profesores (P) del departamento que han recibido este tipo de distinciones.

Distinción académica	Galardonados
Premio Weizmann Academia Mexicana de Ciencias	José Luis Arauz Lara (1986) Gabino Torres Vega (1987) Alejandro Vizcarra (1990) Roberto Martínez (1991) Héctor H. García Compeán (1995)
Premio de Investigación Academia Mexicana de Ciencias	Jorge S. Helman (P, 1979) José Luis Morán (M/P, 1985) Magdaleno Medina (M, 1990) Julio G. Mendoza (M/P, 1991) Jesús G. Dorantes (D, 1994) José Luis Lucio (M, 1995) Gerardo Torres del Castillo (D, 1996) José Mustre de León (M, 1997)
Premio Nacional de Ciencias y Artes	José Luis Morán (M, 1996) Feliciano Sánchez Sinencio (P, 1997)
Medalla Académica Sociedad Mexicana de Física	Augusto García (P, 1985) Jerzy Plebański (P, 1986) Miguel Ángel Pérez Angón (D/P, 1990) Feliciano Sánchez Sinencio (P, 1994) Magdaleno Medina (M/P, 1997)
Membresía en el Sistema Nacional de Investigadores: Egresados Doctorado Egresados Maestría Profesores	C(24), I(41), II(15), III(2) C(9), I(11), II(12), III(6) C(12), I(12), II(13), III(7)

y los procesos endogámicos asociados a la contratación de nuevos investigadores, entonces no se alienta la convivencia de viejas y nuevas disciplinas que conduce



en forma natural a la diversidad académica, que a su vez permite mantener el nivel de competitividad internacional que debe estar siempre asociado a los mejores programas de posgrado.

En el caso especial del posgrado en física del Cinvestav, sólo se planeó el desarrollo de una sola línea de investigación experimental en el área de la física del estado sólido y la materia condensada. Como consecuencia, la apertura de nuevos grupos experimentales ha sido más lenta de lo esperado. No obstante, la incorporación de nuevas disciplinas al actual programa de posgrado no presenta un reto. La física es una disciplina científica con una estructura metodológica que absorbe fácilmente los nuevos desarrollos generados en la frontera del conocimiento. En esta disciplina existe un consenso sobre el mínimo de conocimientos, el llamado tronco común, que se requiere enseñar a los estudiantes de posgrado en física. Con ello resulta sencillo involucrar nuevos desarrollos dentro de un mismo programa de posgrado y no es necesario desarrollar una

Tabla 9. Distribución de los egresados del Departamento de Física del Cinvestav según su institución actual de adscripción.

Institución de adscripción	Egresados del programa de maestría	Egresados del programa de doctorado
CINVESTAV (profesores):		
Distrito Federal	12	22
Unidad Mérida	2	6
Unidad Querétaro	3	2
CINVESTAV (estudiantes)	43	-
U. Aut. Puebla	8	13
I.P.N.	4	7
U. Aut. San Luis Potosí	5	4
U. Guanajuato	3	5
UNAM	3	5
Extranjero:		
Investigadores	6	20
Estudiantes	2	-
UNISON	2	2
U. Michoacana	-	2
ITESM	4	1
UAM	2	1
Otras Inst. Nacionales:		
Investigadores	16	2
Estudiantes	7	-
Sector Productivo	8	4
Fallecidos	3	4

infraestructura académica adicional para absorber o generar nuevos grupos de investigación.

En este contexto, dentro del Departamento de Física se han desarrollado nuevas líneas de investigación que no se cultivaban en México, como la física experimental de altas energías, la fotoacústica y recientemente la física médica. En el primer caso ya se rebasó el umbral para generar la segunda generación de investigadores, pero esto llevó alrededor de 15 años. Confiamos en que la actual madurez de nuestro departamento sea la garantía que permita consolidar nuevas líneas de investigación en un futuro cercano.



Notas

1. Entrevista de J. Rivas a Octavio Paz, *Vuelta* **256**, 15 (1998).
2. M.A. Pérez Angón, *Avance y Perspectiva*, **26**, 12 (1986); A. García, *Avance y Perspectiva* **15**, 97 (1996).
3. M.A. Pérez Angón, *Avance y Perspectiva* **11**, 291 (1992).
4. G. Contreras, ed., Catálogo Latinoamericano 1997-1998 de Programas y Recursos Humanos en Física (SMF, 1997).
5. America's best colleges, U.S. News and World Report, Núm. especial (otoño de 1997).
6. *Physics Today* **50**, Núm. 3, 31 (marzo de 1997).

Ciencia y medicina en el milenio

Arthur Kornberg

Celebraciones

Estoy muy agradecido por esta oportunidad de estar aquí para participar en la celebración del décimo aniversario del ICGEB. Durante estos pocos años el Centro ha alcanzado un verdadero status internacional. Ha sido muy impresionante la investigación científica de clase mundial que se lleva a cabo en Trieste y en Nueva Delhi y la introducción de técnicas y avances en biotecnología en los sectores menos favorecidos científicamente de todos los continentes. El elemento más crucial en el éxito del ICGEB, como en todas las empresas, es el *liderazgo*. Deseo hacer un reconocimiento especial a Arturo Falaschi por su liderazgo científico, social y político que, a su vez, es el responsable del éxito del ICGEB.

El décimo aniversario del ICGEB es verdaderamente una ocasión para celebrar. A la gente le gusta celebrar aniversarios. Los más notables son los centenarios. En 1987 celebramos el centenario de la fundación de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) en los Estados Unidos y del Instituto Pasteur en París. En 1997 podemos celebrar varios centenarios. Uno, el centenario del descubrimiento del electrón por J. J. Thompson. Ese descubrimiento y otros avances del momento produjeron el medio siglo de oro de la física moderna. También, en 1987, C. W. Post introdujo incidentalmente un cereal sin uvas ni nueces, que revolucionó el desayuno alrededor del mundo. También podemos celebrar el centenario de *Jell-O*. Más en serio, en 1987 Eduard

El Dr. Arthur Kornberg, profesor emérito de la Universidad de Stanford, es reconocido como experto en el campo de la replicación de DNA. En 1959 recibió el Premio Nobel de Medicina. Este texto fue presentado en el simposio organizado para celebrar el décimo aniversario del International Centre for Genetics Ecology and Biotechnology (ICGEB) en Trieste, Italia, en noviembre de 1997. Traducción de Gloria Novoa de Vitagliano.

Büchner en Alemania accidentalmente observó que un jugo de levadura podía convertir la sacarosa en etanol. Ese descubrimiento hizo que Luis Pasteur pensara que la fermentación alcohólica es una operación *vital* en una célula intacta. Fue el descubrimiento de la fermentación que creó el escenario para la bioquímica moderna.

En los cuarenta años siguientes de fragmentación de las enzimas se determinó la llamada actividad *zimasa* en la docena de reacciones que ahora nos son familiares. La reconstitución de la fermentación alcohólica, un fenómeno que había concertado a los científicos durante siglos, fue definida en términos moleculares. En esta segunda mitad de nuestro siglo este triunfo de la enzimología y sus muchas aplicaciones llegó a ser la mayor fuente de avances revolucionarios de la ingeniería genética y las biotecnologías asociadas.

En este siglo 20 con su sucesión de cazadores de microbios, vitaminas, enzimas y genes, y las edades de oro en la ciencia médica, la época actual de caza de genes es innegablemente la época más dorada. Tenemos un abasto inagotable de genes así como técnicas simples y eficientes para localizarlos y capturarlos. Estamos participando en el avance más revolucionario de la historia de la ciencia biológica y médica. El término "revolucionario" se ha usado generalmente en forma desmedida, pero éste no es el caso. Los efectos de este avance en medicina, agricultura, industria y ciencia básica no se han exagerado.

Coalescencia

Existe un desarrollo todavía más revolucionario, que casi no se ha notado, que no tiene nombre, no tiene aplicaciones obvias, pero que seguramente conducirá a aún más notables aplicaciones prácticas. Me refiero a la coalescencia, la confluencia y el surgimiento de

numerosas ciencias básicas biológicas y médicas en una sola disciplina, que ha surgido porque se expresa en un simple lenguaje universal, el lenguaje de la química.

Algunos de nosotros en nuestras carreras de medicina fuimos guiados por un deseo profundo de hacer ciencia con la convicción de que la práctica de la medicina puede esencialmente expresarse con un lenguaje básico, universal. Creemos que si reducimos el proceso de la vida a una base molecular, podemos *eventualmente* lograr tener una apreciación más racional y rica del mundo viviente y el lugar que en él ocupamos.

Muchas cosas de la vida pueden entenderse en términos racionales si se expresan en el lenguaje de la química. Es un lenguaje internacional, un lenguaje sin dialectos, un lenguaje para todo el tiempo, y un lenguaje que explica de dónde venimos, lo que somos y a dónde nos permitirá ir el mundo físico. El lenguaje químico tiene una gran belleza estética y une las ciencias físicas con las ciencias biológicas.

Cuando ingresé a la escuela de medicina hace 60 años, la importancia de la química apenas si se notaba. Era un asunto serio saber si los fenómenos genéticos operaban por principios conocidos de la física y la química. Por supuesto ahora entendemos y examinamos la genética y la herencia en simples términos como DNA. El DNA en los cromosomas y genes puede ser fácilmente analizado, sintetizado y rearrreglado. Las especies pueden ser modificadas a placer. No es ya una cuestión de si podemos secuenciar los 3 mil millones de pares base del genoma humano, sino más bien cuándo y a qué costo.

En ciencia actualmente poseemos capacidades fenomenales para adquirir e integrar cantidades sin precedente de datos sofisticados. Ahora bien, en este tiempo de abundancia informacional, nos preocupan serios problemas que complican nuestras vidas y





amenazan los fundamentos de nuestra enorme empresa científica. Para ser breve, seleccioné sólo cuatro de entre muchos problemas que nos preocupan, ya sea que seamos científicos, clínicos o nada de eso.

Los cuatro problemas que deseo considerar son las actitudes anticientíficas en la sociedad, la consecuente falta de apoyo para la ciencia básica, algunos conflictos dentro de nuestra ciencia, y los usos y posibles abusos de los adelantos de la ciencia y la tecnología. El primer problema es la ascendente corriente de miedo, desconfianza y rechazo del público hacia las ciencias, tanto químicas como biológicas.

Actitudes anticientíficas

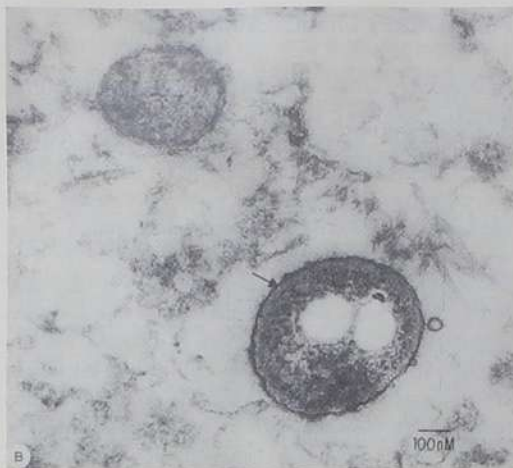
La química ha tenido una imagen pobre durante mucho tiempo. "Mejores cosas para vivir mejor ... por medio de la química", fue la consigna de la compañía DuPont durante muchos años. La consigna ha sido abreviada ahora como: "Mejores cosas para vivir mejor". Las palabras *por medio de la química* se eliminaron. Hace un año los bancos más grandes de Nueva York se fusionaron: el Chase Manhattan Bank y el Chemical Bank. No es nada sorprendente que el nuevo banco gigante sea simplemente el Chase Manhattan. No hay ninguna química en su nombre. En efecto, las únicas veces que oímos algo bueno sobre la química en estos días son referencias, como en los periódicos americanos, hacia la buena química en algún equipo de football.

A la imagen de los biólogos no le ha ido mejor. Hollywood los ha escogido como sus villanos en los años recientes. Como no tienen ahora a ningún comunista como delincuente, algunas películas han convertido en demonios a algunos doctores y científicos: *Lorenzo's Oil*, *El fugitivo*, y *Jurassic Park*. Y después también están aquéllos que se han desilusionado con el fracaso de la ciencia en curar las enfermedades de la sociedad. Vaclav Havel, el celebrado autor y estadista checo, es un responsable mayor. El y sus seguidores culpan a la ciencia moderna por degradar el mundo natural y llevarnos al abismo.

Falta de apoyos para la ciencia

Como resultado de un público no informado o malinformado, tenemos un segundo problema: la falta de un apoyo financiero adecuado para la ciencia básica, una pobreza empeorada por severas presiones para comprometerse en la investigación dirigida, tal como el tratamiento del cáncer de seno, o el SIDA o el desarrollo de tecnologías para impulsar la economía.

En este punto deseo contar la historia de un cirujano que iba trotando alrededor de un lago cuando divisó un hombre que se estaba ahogando. Se metió al lago, rescató a la víctima, la llevó a la orilla y la resucitó. Continuó la carrera que había suspendido y vio otro



hombre que se estaba ahogando. Después de haber sacado al segundo hombre y de haberlo resucitado, vio dos hombres más ahogándose. También vio un colega suyo, un profesor de bioquímica sentado ahí cerca, absorto en sus pensamientos. Lo llamó y le pidió que le fuera a ayudar. Como el bioquímico tardaba en responder, le gritó: "¿por qué no haces nada por ayudar?" El bioquímico dijo: "Estoy haciendo algo. Estoy tratando desesperadamente de descifrar quién está lanzando a toda esta gente al lago."

Esta parábola no intenta ilustrar una falta de interés hacia asuntos fundamentales entre los investigadores clínicos o una insensibilidad de los científicos. Por el contrario, hace patente la realidad de que un problema serio, una guerra contra la enfermedad, debe ser combatida desde diferentes frentes. Algunos contribuyen con sus habilidades especiales hacia el individuo en desgracia mientras otros tratan de obtener una base más amplia de conocimiento necesario para luchar contra presentes y futuros enemigos.

Se proponen constantemente planes estratégicos para la investigación médica y algunos de ellos se nos imponen. Los planes son fundamentalmente defectuosos porque los descubrimientos por lo general son triviales. El mejor plan a largo plazo ha sido no tener ningún plan. Los planes de ataque a diversos blancos de enfermedades han sido poco significativos para combatir la falta de conocimiento esencial. Tampoco se pudo anticipar la aparición de las enfermedades nuevas que

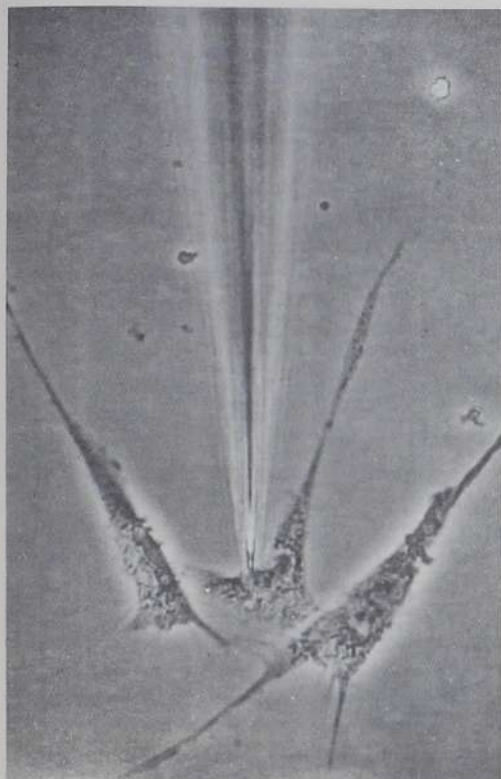
hemos tenido que confrontar, como el SIDA, la enfermedad del legionario, el choque séptico y la tuberculosis resistente a las drogas.

No fue planeado el éxito de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) que cambiaron la cara de la medicina en el período siguiente a la Segunda Guerra Mundial. Este extraordinario éxito se debió al hecho de canalizar una gran parte de los subsidios de los institutos de enfermedades del corazón, cáncer y otra docena de padecimientos a la investigación en ciencia básica.

La brecha del DNA recombinante y la ingeniería genética se basó en los descubrimientos de las enzimas que hacen, rompen y sellan DNA. Todos estos avances fueron hechos en laboratorios académicos construidos y apoyados casi en su totalidad con fondos provenientes de los Institutos Nacionales de Salud. Durante treinta años, mi investigación sobre la biosíntesis de los bloques que forman los ácidos nucleicos, su formación en la replicación de DNA y la capacitación de bastante más de cien jóvenes científicos, fue financiada por muchos millones de dólares sin hacer ninguna promesa o expectativa de que dicha investigación pudiera conducir a productos o procedimientos comercializables. Ninguna organización industrial tuvo, o pudo haber tenido, los recursos o la disposición para invertir en programas aparentemente imprácticos de tan amplio rango. Nosotros llevamos a cabo estos estudios para satisfacer la necesidad de entender los procesos básicos de la función celular. Ahora bien, para mi gran satisfacción, dichos estudios de la replicación, reparación y rearrreglos del DNA han tenido muchos beneficios prácticos.

Los caminos para el ensamble el DNA a partir de sus bloques de construcción fue la base del diseño de muchas drogas usadas actualmente en la quimioterapia del cáncer, SIDA, herpes y enfermedades autoinmunes. Estos estudios han sido también cruciales para el entendimiento de la reparación del DNA, tan importante en el proceso del envejecimiento, para entender las mutaciones y el origen de algunos cánceres.

Parecía ser irracional e impráctico, llamémoslo también *contraintuitivo*, aun para los científicos tratar de resolver un problema urgente, tal como lo es una enfermedad, estudiando temas en biología básica o química aparentemente no relacionados con el problema. Sin embargo, a lo largo de la historia de la ciencia



médica, la búsqueda del entendimiento de los hechos básicos de la naturaleza ha probado ser la ruta más práctica y más efectiva hacia la obtención de drogas y dispositivos exitosos.

Algunas investigaciones que parecían ser totalmente irrelevantes para obtener cualquier resultado práctico tuvieron como consecuencia muchos de los más grandes descubrimientos en la medicina: los rayos X, la penicilina, la vacuna contra la polio, el DNA recombinante y la ingeniería genética. Todos estos descubrimientos han provenido de la búsqueda en la solución de problemas de física, química y biología, aparte de cualquier principio relacionado con problemas médicos o prácticos.

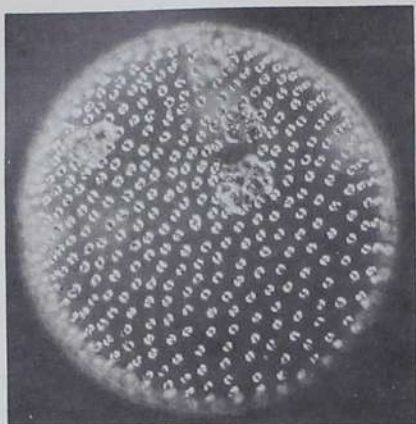
En relación con inventos industriales, el refrán dice: "La necesidad es la madre de los inventos." ¡Falso! Lo contrario es lo cierto. La invención es la madre de nuestras necesidades. ¡Los inventos llegan a ser necesidades mucho más tarde!

Los inventores crearon cosas que tuvieron que esperar muchos años para ser reconocidas por su valor práctico. Nadie en realidad necesitaba el aeroplano, el radio FM, la televisión, la xerografía, los láseres, o la mecánica cuántica que condujo al transistor. Las máquinas de fax se inventaron hace 40 años, pero tuvo que existir un sistema postal ineficiente, entre otros factores, para hacer del fax la necesidad del presente.

Es claro que hasta los inventos industriales emergen de un proceso creativo. Muchos inventos surgieron más de la casualidad que como resultado de un proceso orientado hacia un fin específico. Las lecciones que deben aprenderse de esta historia son claras como el cristal. Es crucial para una sociedad, una cultura, una compañía, una universidad, entender la naturaleza del proceso creativo y proporcionarle su apoyo. No importa qué tan contraintuitiva puede ser, la investigación básica es la línea directa de acceso de los avances prácticos en medicina; los inventos pioneros son la fuente de la fuerza industrial. *El futuro no es predecible, es inventado.*

Por supuesto que es importante que los descubrimientos básicos sean aplicados rápida y sabiamente. Las recientes aplicaciones de la biotecnología a la medicina nos han dado una mayor comprensión acerca de la diabetes, el cáncer y otras enfermedades metabólicas. ¿Serán estos enfoques y técnicas igualmente efectivos cuando se aplican al cerebro y a la conducta del ser humano? Yo estoy seguro que así será. Es difícil aceptar que la conducta humana es un asunto de química y neuronas, incluso por los médicos. Debemos recordarles que el mismo lenguaje químico que describe las funciones del corazón y el hígado se aplica a las operaciones básicas del cerebro.

El principal problema en ciencia biomédica, tal como lo veo yo, es cómo dar a nuestros muchos talentos científicos los recursos necesarios para utilizar las extraordinarias nuevas tecnologías para el avance del conocimiento. En la actualidad algunos científicos muy productivos están preocupados por la continuidad de los apoyos a sus proyectos, prefieren elegir proyectos seguros y prácticos en vez de proyectos arriesgados y se interesan cada vez más en emprender proyectos redituables. Esta condición desalienta a la gente joven para dedicarse a la ciencia y conduce a otros a abandonar la ciencia y a dedicarse a los negocios, las leyes u otras ocupaciones.



Para obtener el apoyo a largo plazo a la investigación básica, necesitamos transmitir este mensaje: *Si crees que la investigación es cara, entonces aborda la enfermedad.* Más del 90% del apoyo a la investigación básica biomédica ha provenido del gobierno federal y así será siempre. El apoyo de la industria y la filantropía puede ser útil y catalítico, pero nunca será sostenible ni sostenido. La preparación de científicos y la investigación en ciencia biomédica es una inversión esencial para la nación, de una magnitud tal que sólo el gobierno federal puede hacerla.

En relación al apoyo federal, el problema no es sólo la cantidad, sino cómo es administrado. Hace cincuenta años, con la conclusión de la II Guerra Mundial, los NIH empezaron a dar un apoyo a la investigación en ciencia biomédica que fue absolutamente único. Se dieron donativos directamente a alrededor de 50,000 científicos individuales seleccionados por grupos de científicos pares fuera del gobierno y ajenos a sus instituciones. Con la recepción de un donativo, el científico se convierte en su propio jefe. El éxito o el fracaso depende de su propio desempeño. Por el contrario, en la mayor parte del mundo, aún ahora, la dirección de una investigación es materia de la responsabilidad de relativamente pocas personas con experiencia (*seniors*).

La independencia de un científico estadounidense para iniciar y proseguir con su propio programa de investigación en las ciencias biomédicas ha sido atribuida a las políticas de las universidades e institutos americanos. Falso. Esta independencia ha sido alcanzada

porque el científico individual no está obligado con el jefe de un departamento, un decano o con la política de una universidad. La universidad no tiene otra elección más que dar al científico libertad para competir por sus proyectos, sus labores docentes y la muy considerable erogación de costos indirectos agregados a los donativos. Sí, es necesario decir que la sola competencia por los donativos es un ingrediente esencial del éxito de los programas de donativos de los NIH. Depende del hecho de que las universidades privadas y públicas estén libres de los controles centralizados del gobierno, algo que es virtualmente único en los Estados Unidos.

La expansión de los donativos para investigación en muchos países es muy loable, pero desgraciadamente prevalecen frecuentemente los viejos mecanismos. En Japón una suma muy grande se otorga a "centros de excelencia" en los cuales el director puede ejercer su autoridad sobre lo que se hace y lo que no se hace. En Europa, los programas de investigación, especialmente en los pequeños países, se atienen a donativos de la Unión Europea. Los estados europeos requieren que investigadores de tres o más países encuentren un proyecto que tenga un consenso y que pueda ser dividido entre ellos. Esto no deja espacio para que un científico haga algo completamente original e impopular, y se pierde mucho tiempo en maniobras burocráticas. Reportes recientes indican que en el Reino Unido el Consejo de la Investigación Médica está planeando consolidar donativos siguiendo líneas similares. Aquí en Italia, la poderosa organización aristocrática de agencias que proporcionan donativos para la investigación, perpetúa la fragmentación y el favoritismo.

Para ponerlo en términos simples, la investigación básica ha sido la provincia del investigador individual y va a seguir así durante todo el tiempo de vida de la medicina.

Dilemas intercientíficos

El tercer problema que quiero considerar incluye conflictos dentro de nuestra ciencia, que pueden reducir nuestra efectividad: estos incluyen conflictos entre las culturas de la química y la tecnología, confusión en biotecnología entre la biología y la tecnología, y la gran ciencia contra la pequeña ciencia. En cada uno de estos



conflictos, las diferencias filosóficas son cubiertas por vigorosas fuerzas económicas, sociales y políticas.

Primero existió una grieta por más de un siglo entre las culturas de la química y la biología... El surgimiento de la bioquímica en los albores de este siglo pudo haber salvado el obstáculo de la brecha existente entre la química y la biología, pero no fue así. Ni tampoco lo hizo la reciente popularidad de la química genética.

Los químicos continúan sintetizando y analizando pequeñas moléculas con cada vez más precisión, pero descuidan las macromoléculas biológicas: las proteínas, los ácidos nucleicos y los polisacáridos; éstos les parecen demasiado complejos o demasiado mundanos. Muy pocos químicos explotan las fronteras, en las cuales podrían encontrar una rica cosecha en la vasta y abrumadora química biológica que ha evolucionado por más de un billón de años.

Los biólogos por su parte eluden la enzimología. Para ellos, las enzimas son componentes sin rostro de

conjuntos o productos de genes obtenidos de secuencias reconocidas por motivos y homologías. Los biólogos están tan dominados por los misterios de la evolución, el desarrollo, la vejez y las enfermedades, que se resisten a los procesos químicos y en cambio se enfocan a los *fenómenos vitales* que ellos mismos frecuentemente crean alterando los genomas de sus organismos favoritos.

Los biólogos deberían darse cuenta de que la historia de la ciencia está cubierta con pronunciamientos vitalísticos que han ido tan lejos como ha sido posible. Con la aplicación de técnicas químicas de cada vez mayor sensibilidad y precisión, pueden tener un conocimiento profundo y cuatridimensional de los eventos biológicos.

Otro conflicto se funda en la influencia creciente de las empresas de biotecnología. La ingeniería genética y las tecnologías asociadas han tenido un enorme éxito. Sin embargo, debemos estar alertas de que el término biotecnología, adoptado como un eufemismo por ingeniería genética, puede enturbiar la importante distinción



entre la biología, una búsqueda del conocimiento, y la tecnología, la aplicación de tal conocimiento para obtener productos y ganancias.

Los científicos y las instituciones académicas involucradas con empresas de biotecnología parecen no conocer su misión central: la obtención del conocimiento básico de la naturaleza. Yo estoy especialmente preocupado con otro problema. Existe una *ilusión* creada por los éxitos financieros y de investigación de algunas pocas empresas de que una fracción significativa de avances básicos puede ser suministrada por la industria. Aunque tales hechos son muy loables, representan sólo una pequeña fracción, tal vez cinco por ciento del conocimiento básico necesario para combatir enfermedades, avances que pueden venir sólo de un apoyo federal masivo de investigación y capacitación.

Por último, deseo mencionar todavía otro conflicto, el conflicto entre la grande y la pequeña ciencia. Por supuesto que necesitamos las dos. Hay proyectos que requieren equipo grande y costoso y varias disciplinas

para usarlo efectivamente. Mi preocupación es que con la expansión a nivel mundial de la gran ciencia, la pequeña ciencia va a desaparecer. Cuando veo el crecimiento constante de la ciencia colectiva y la gran ciencia, el peligro mayor que percibo es el desaliento acerca de la creatividad individual y la reversión de las viejas políticas - la inevitable política local que infecta a todos los grupos y las instituciones.

Usos y abusos

Finalmente, deseo considerar brevemente *el cuarto de los problemas* que mencioné: los usos y los posibles abusos de los avances en ciencia y tecnología. Ahora y por décadas dentro del siguiente milenio, vamos a tener que confrontar en medicina la necesidad de hacer avanzar su base científica y el arte de aplicarla. No puede haber ningún argumento que el conocimiento no venza a la ignorancia cada día. La identificación de lesiones genéticas responsables de varias enfermedades genéticas ha mejorado en forma muy vasta nuestra capacidad para evitarlas. No puede haber ningún argumento de que



debemos continuar haciendo ciencia, entender mecanismos y desarrollar tecnologías para poder monitorear y sostener la salud y combatir la enfermedad. Igualmente atemorizante será nuestra capacidad de hacer frente a la avalancha de datos y tecnologías que emergen de esta empresa científica.

En el curso de esta plática, he discutido cuatro problemas: las fuerzas anti-ciencia en la sociedad, la falta de apoyo a la investigación básica, algunos conflictos dentro de la ciencia, y los usos y abusos de la ciencia y la tecnología. Podría yo añadir más problemas a esta lista. En vez de hacerlo, deseo reconocer lo que merece el mayor énfasis y lo que nos une a todos nosotros. Es nuestra excesiva devoción por el cultivo de la ciencia. Debemos aclarar al público que la ciencia es grande, a pesar de que los científicos son sólo personas. Como personas, los científicos no son diferentes de otros, dentistas, abogados, artistas, hombres de negocios. Los científicos son también presa de los errores humanos de la arrogancia, voracidad, deshonestidad y psicopatía. Lo que los coloca aparte de otros es la disciplina de la ciencia, una práctica que demanda exactas y objetivas descripciones de progreso, evidencia que puede ser verificada o negada por otros.

Es la disciplina de la ciencia lo que nos capacita a todos, gente ordinaria, ya sea que seamos químicos, biólogos o psiquiatras, para andar haciendo las cosas ordinarias que, cuando se juntan, revelan los extraordinarios embrollos y las aterradoras bellezas de la

naturaleza. La ciencia no sólo nos permite contribuir a las grandes empresas, sino que también ofrece una frontera cambiante e infinita para ser explorada.

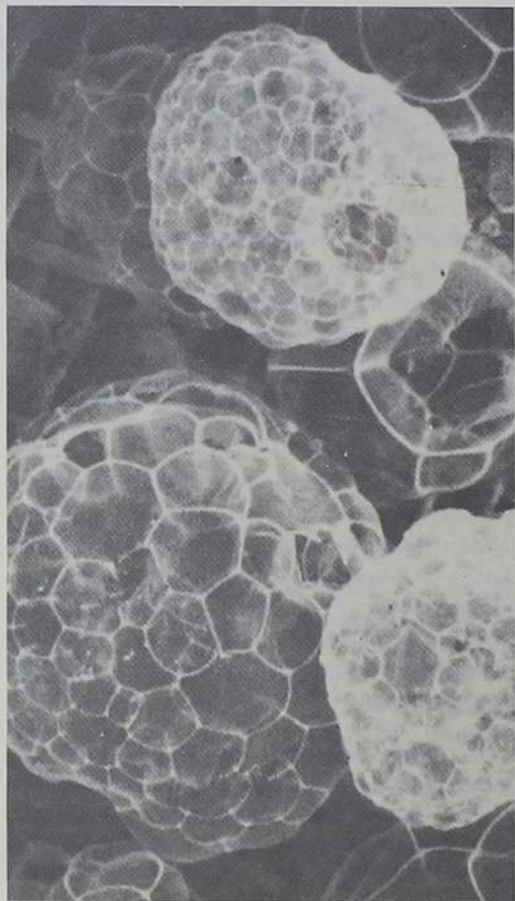
Esta frontera de exploración me ha dado la oportunidad de probar una totalmente nueva área después de haber trabajado sobre el DNA durante 40 años. Hace pocos años, aquí en Trieste, describí mi fascinación por otro pionero, uno que seguramente estuvo en la tierra antes de los ácidos nucleicos y las proteínas. Era probablemente un precursor y catalizador en la síntesis del RNA, del DNA y las proteínas y ahora se conserva en cada célula de bacterias, hongos plantas y animales. Es una cadena de cientos de fosfatos unidos por los vínculos de alta energía encontrados en el ATP. Debido a la antigüedad de poly P y su aparente falta de funciones, se consideró como un "fósil molecular". Mi misión ha sido restaurar el fósil a la vida. Hemos descubierto muchas funciones del poly P, la más intrincada es que en *E. coli* es esencial para las elaboradas adaptaciones que el organismo hace para su sobrevivencia después de un crecimiento exponencial. Las mutantes que no tienen poly P mueren rápidamente. Sencillamente dicho, el poly P es esencial para el gracioso envejecimiento de la *E. coli*. La enzima que fabrica poly P en la bacteria es perfectamente conservada. Esto incluye *M. tuberculosis*, *Helicobacter pylori*, *Neisseria meningitidis* y otros patógenos, y también cyanobacterias y *Streptomyces*. Estamos trabajando con microbiólogos médicos para determinar la influencia del poly P en la virulencia de estos patógenos y la producción de antibióticos en *Streptomyces*.

La gente se pregunta si la revolución de la computadora y otras tecnologías avanzadas han alterado el modo de hacer investigación en biociencia. ¿Puede nuestra investigación ser hecha y seguida mediante fórmulas? Aún no. Las herramientas técnicas son indispensables, pero la práctica de la ciencia permanece en esencia en forma altamente creativa y su provincia es la Naturaleza. Sir Karl Popper, un eminente filósofo de la ciencia y la sociedad, que falleció hace tres años en Londres, dijo que "después de la música y el arte, la ciencia es la actividad más hermosa y más iluminadora del espíritu humano". Yo pondría a la ciencia primero.

Nosotros probamos los interminables misterios de la Naturaleza desde una variedad de direcciones, y con

diferentes utensilios y estilos. Estas pruebas están determinadas por nuestras emociones, nuestros ánimos y nuestra herencia cultural, tanto como éstos influyen en el artista. Los mayores descubrimientos en biociencia son frecuentemente más intuitivos o azarosos que el resultado del análisis lógico.

Las máquinas que usamos producen imágenes y composiciones de precisión objetiva. Pero esto no debe oscurecer el hecho de que usamos estas máquinas como herramientas, con el mismo gusto que los pintores usan sus paletas, los compositores sus notas y los autores sus palabras para crear sus imágenes de la Naturaleza. Séneca, el gran estadista y filósofo romano, dijo una vez: "Todo el arte no es sino imitación de la Naturaleza". Lo que nosotros tratamos de hacer en la ciencia es estar cada vez más cerca de la Naturaleza. En el *arte de la medicina*, tratamos de encontrar para el individuo un armonioso nicho en la Naturaleza.



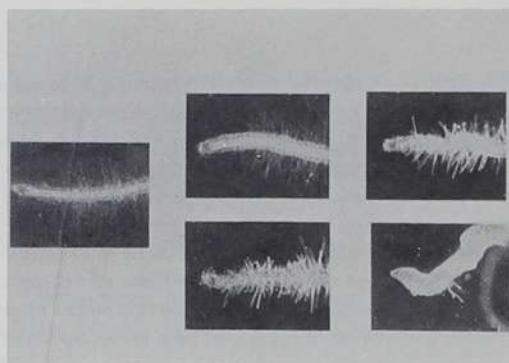
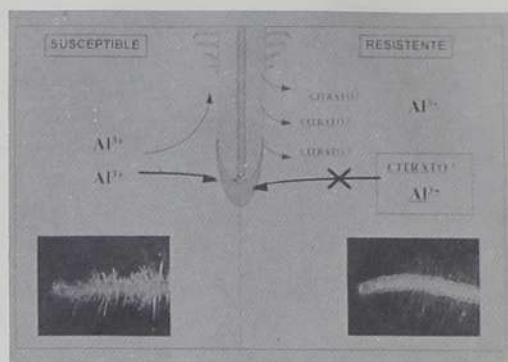
Plantas resistentes al aluminio: la biotecnología al rescate de los bosques tropicales

Luis Herrera Estrella

El aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre y muy conocido por su empleo para elaborar objetos de uso en la vida diaria, que van desde latas para refrescos, hasta aviones y cohetes. Sin embargo, son poco conocidos los efectos nocivos de este metal para la agricultura de una de sus formas solubles (Al^{+3}) a pesar de que afecta a más del 30% de la superficie cultivable del mundo. El Al^{+3} es altamente nocivo para las plantas, pues daña sus raíces e interfiere con su crecimiento al disminuir su capacidad para tomar nutrientes del suelo, los cuales son esenciales para su crecimiento.

Los efectos negativos del aluminio se presentan primordialmente en suelos ácidos, donde este elemento se encuentra soluble, a diferencia de los suelos neutros o alcalinos, donde se encuentra en forma insoluble formando parte de silicatos y óxidos. En los suelos ácidos, particularmente abundantes en las zonas tropicales húmedas, la baja o nula productividad agrícola es atribuible principalmente a los efectos tóxicos del aluminio soluble. El problema de toxicidad por aluminio en este tipo de suelos es de gran importancia en varias regiones del mundo, en particular en América Latina, el sureste asiático, Australia y Nueva Zelanda. Si bien la toxicidad por aluminio es importante en México, al estar afectadas más de 4 millones de hectáreas en el sureste del país, el problema es mucho más grave en otros lugares como Colombia, donde la productividad agrícola es afectada de manera considerable en cerca del 70% de la superficie cultivable, o Brasil, donde una superficie de más de 300 millones de hectáreas, con suelos favorables para la

El Dr. Luis Herrera Estrella, investigador titular del Departamento de Ingeniería Genética de la Unidad Irapuato del Cinvestav, es miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*.



agricultura, no pueden ser cultivados por estar afectados por este problema.

Muchos tipos de plantas, como maíz, soya, frijol, algodón, trigo y la mayoría de árboles frutales tropicales, tienen baja productividad cuando son sembrados en suelos ácidos. Por ejemplo, el maíz puede bajar su productividad hasta un 80% cuando es cultivado en suelos con altos niveles tóxicos de aluminio.

En el presente, la única manera de disminuir el problema de toxicidad por aluminio ha sido la aplicación de cal ($Ca(OH)_2$) en los suelos afectados, para incrementar su pH y precipitar las formas tóxicas del aluminio. A pesar de que el encalamiento de suelos es una medida relativamente efectiva, no es usada de manera generalizada por su alto costo, por ser una solución temporal (ya que la lluvia remueve la cal del suelo

donde se aplicó) y porque puede acarrear problemas ecológicos al contaminar y alcalinizar ríos y otros afluentes.

Desde hace ya varias décadas¹, se ha contemplado que la única solución verdadera a este problema es la producción de variantes de plantas que, por cambios genéticos, puedan ser capaces de crecer en presencia de niveles tóxicos de aluminio. Varias instituciones en el mundo han dedicado un esfuerzo importante para generar, por mejoramiento genético tradicional, plantas resistentes al Al^{3+} . Sin embargo, estos procedimientos, que son muy lentos por implicar cruces sucesivas durante varias generaciones, aún no han producido variedades que tengan niveles adecuados de resistencia a dicho metal para su uso efectivo en la agricultura.

Recientemente, el grupo de investigación que encabeza en la Unidad Irapuato del Cinvestav, publicó en

la revista *Science*¹ una novedosa estrategia de ingeniería genética para producir plantas resistentes al aluminio que podría ser la solución a este grave problema agrícola. La estrategia se basó en la observación de que existen plantas que de manera natural son capaces de crecer en presencia de aluminio, debido a que liberan al suelo ácidos orgánicos de una manera mucho más abundante que las plantas susceptibles; la liberación de ácidos orgánicos por la raíz es un proceso natural, que se ha pensado facilita la toma de algunos nutrientes del suelo. Dado que a un pH bajo, los ácidos orgánicos tienen cargas negativas y el aluminio positivas, se ha postulado que estos ácidos eliminan los daños causados por este metal, al formar complejos que son inocuos para las plantas.

Para poder producir plantas con una mayor capacidad de síntesis y liberación de ácidos orgánicos, en particular ácido cítrico que es el más efectivo para eliminar la toxicidad del aluminio, nuestro grupo introdujo un gen de origen bacteriano que codifica la enzima responsable de la síntesis de este compuesto a los cromosomas de plantas de tabaco y papaya. Al analizar estas plantas transgénicas (plantas que portan nueva información genética introducida mediante procesos de ingeniería genética), se determinó que contenían 10 veces más ácido cítrico en sus raíces y que lo liberaban 4 a 5 veces más eficientemente que plantas idénticas, pero no modificadas mediante las técnicas de ingeniería genética. Cuando las plantas transgénicas sobreproductoras de ácido cítrico fueron crecidas en

presencia de altas concentraciones de aluminio, se encontró que podían crecer normalmente y producir semillas, aun en condiciones donde las plantas originales (no transgénicas) son incapaces de crecer. Nuestro grupo de investigación también demostró que las raíces de las plantas transgénicas crecidas en presencia de aluminio contienen bajos niveles de este metal, y por lo tanto confirmó la hipótesis de que los ácidos orgánicos atrapan el ión Al^{+3} fuera de la raíz e impiden su entrada a las mismas. Debido a que es aplicable a muchas especies vegetales, la producción de plantas transgénicas resistentes al aluminio podría tener una enorme importancia no solamente a nivel agrícola y económico, sino también ecológico, ya que permitiría explotar de manera eficiente una enorme superficie con potencial agrícola, que hasta hoy sólo ha sido explotada de manera marginal, y ayudaría a disminuir la enorme presión para usar los bosques tropicales y la selva como fuente de nuevos terrenos agrícolas, necesarios para satisfacer la creciente demanda de alimentos a nivel mundial. 

Nota

1. J. M. de la Fuente, V. Ramírez Rodríguez, J. L. Cabrera-Ponce y L. Herrera-Estrella, "Aluminium Tolerance in Transgenic Plants by Alteration of Citrate Synthesis", *Science* **276**, 1566 (1997).

**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FÍSICA MEDICA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MEDICA**

ALFIM

1^{ER}

**CONGRESO LATINOAMERICANO Y
DEL CARIBE DE FÍSICA MEDICA
(CURSOS PRE-CONGRESO)**

MÉXICO 98

SEDE: INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA
Ciudad de México, 22-25 de noviembre de 1998

**INFORMES Y REGISTRO A CONGRESO Y CURSOS
RECEPCIÓN DE RESÚMENES Y TRABAJOS COMPLETOS**

Miguel Angel Pérez Pastenes
Departamento de Física
Instituto Nacional de Cancerología
Av. San Fernando 22, Tlalpan, 14000 México, D.F.
Tel. (52-5)628-0455, Fax. (52-5)513-5093
e-mail: alfim@cueyatl.uam.mx

Enrique Gaona,
Departamento El Hombre y su Ambiente,
Universidad Autónoma Metropolitana,
Calz. Del Hueso 1100, 04960 México, D.F.
Fax: (52-5)677-9184, 723-5469,
e-mail: gaon1310@cueyatl.uam.mx

**RESERVACIONES Y EVENTOS
SOCIALES**

Carlos G. Martínez Avila
Palmira 41,
Col. Alamos, 03400 México, D.F.
Tel. Y Fax: (52-5)530-8473 y 530-6417
Fax: (52-5)273-0102
e-mail: radsa@ienlaces.com.mx

Consulta nuestra página electrónica
<http://cueyatl.uam.mx/~alfim> ó <http://cueyatl.uam.mx> (eventos)

Unidades del Cinvestav en Guadalajara y Querétaro

La Junta Directiva del Cinvestav aprobó el establecimiento de las Unidades del Cinvestav en Guadalajara y Querétaro. Como encargados de estas unidades permanecen los doctores Manuel Edgardo Guzmán Rentería y Jesús González Hernández, respectivamente. Cuando se cuente con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de la Contraloría y Desarrollo Administrativo, estas unidades se agregarán a las tres ya establecidas en Irapuato, Mérida y Saltillo.

La Unidad Guadalajara se originó en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación, que se fundó en 1988 con un grupo de investigadores jóvenes con formación en la especialidad de ingeniería eléctrica. Esta unidad cuenta actualmente con 16 investigadores y en 1995 abrió su programa de maestría en ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. En la actualidad están en operación las áreas de control automático y ciencias de la computación dentro de este programa de posgrado y cuenta con 100 estudiantes inscritos. El gobierno del Estado de Jalisco donó recientemente un terreno en la ciudad de Guadalajara con el fin de construir las nuevas instalaciones de esta unidad.

La Unidad Querétaro surge del Laboratorio de Materiales que se fundó en 1995 en la



Instalaciones provisionales de la Unidad Guadalajara

ciudad de Querétaro como parte del Proyecto Juriquilla, un convenio de colaboración entre la Universidad Autónoma de Querétaro, la UNAM, el Cinvestav y el gobierno del Estado de Querétaro. Esta unidad cuenta con una planta de doce investigadores y en septiembre de 1998 iniciará su programa de maestría en ciencias en la especialidad de ciencia de materiales.

Rafael F. Rivera Bustamante, jefe del Departamento de Ingeniería Genética de Plantas

La Dirección General del Cinvestav extendió el nombramiento de Jefe del Departamento de Ingeniería Genética de Plantas de la Unidad Irapuato al Dr. Rafael Francisco Rivera Bustamante, por un periodo de cuatro años a partir del 22 de enero pasado. El Dr. Rivera Bustamante es químico egresado de la Fa-

Notas breves

El pasado 12 de febrero tomó posesión la nueva Junta Directiva de la Sociedad Matemática Mexicana:

Luis Manuel Tovar Sánchez,
presidente;

Emilio Luis Puebla,
vicepresidente;

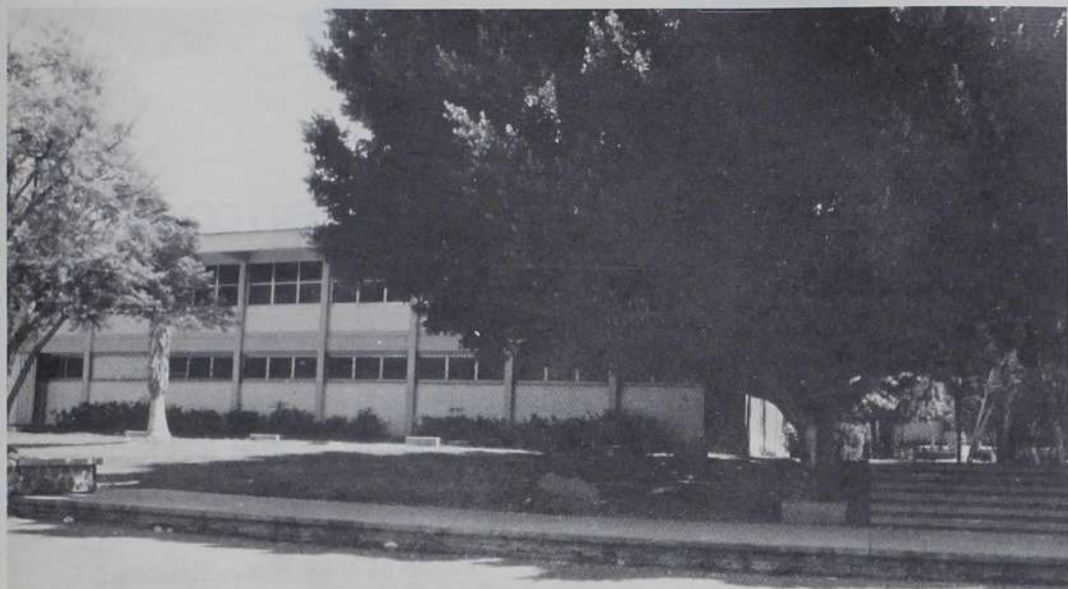
Maria de Lourdes Sandoval Solís,
secretaria general;

Carlos Rentería Márquez,
tesorero;

Rafael H. Villarreal Rodríguez,
secretario de actas;

Maria del Pilar Morfin Heras
y *Alejandro Illanes Mejía,*
vocales.

El presidente y el secretario de actas son egresados del Departamento de Matemáticas del Cinvestav y el Dr. Villarreal Rodríguez es investigador titular de este departamento.



Instalaciones provisionales de la Unidad Querétaro facilitadas por la Universidad Autónoma de Querétaro

cultad de Química de la Universidad de Guanajuato (1980), obtuvo su grado de maestría en ciencias en el Instituto de Biología Experimental de esta misma universidad (1983) y el grado de doctor en biología celular en la Universidad de California en Riverside (1987). En 1987 se integró a la planta académica del Departamento de Ingeniería Genética de la Unidad Irapuato del Cinvestav. Su campo de investigación es la caracterización molecular de geminivirus que infectan hortalizas en México, el estudio de alternativas de resis-

cia antiviral por medio de ingeniería genética, así como la obtención de variedades (papa, tabaco, jitomate, espárrago) resistentes a virus por medio de la protección cruzada por ingeniería genética. Sobre estos temas ha publicado 19 artículos originales de investigación, seis comunicaciones a congresos en extenso y cuatro capítulos en libros. En el aspecto de formación de recursos humanos, ha dirigido 4 tesis de maestría y 9 de doctorado.

Fe de erratas: En la nota que publicamos en el número anterior de *Avance y Perspectiva* sobre el nombramiento del Dr. Jorge Cerbón como investigador emérito del Cinvestav, deben corregirse los años correspondientes a su incorporación al Cinvestav (1965) y a la recepción del Premio Nacional de Ciencias y Artes (1977). Asimismo, en ese número no se mencionó que la M. en C. Vega de Alva, auxiliar de investigación de la Sección de Ecología Humana de la Unidad Mérida, dirigió la tesis de licenciatura de la estudiante Pilar Angélica Canto Bonilla que obtuvo el primer premio en el

área de educación rural del Certamen Nacional Juvenil de Proyectos de Desarrollo Rural 1997.

Clame

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa



12a. Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa

Universidad Nacional de Colombia

Santafé de Bogotá, D.C.

6 al 10 de julio de 1998

Actividades:

- Conferencias plenarias
y especiales (por invitación)
- Ponencias (fecha límite 30 de abril de 98)
- Grupos de discusión (fecha límite 20 de abril)
- Grupos de trabajo (fecha límite 20 de abril)
- Talleres (fecha límite 20 de abril)
- Cursos especiales (por invitación)
- Presentación
de carteles (fecha límite 30 de abril)
- Premio Simón Bolívar (fecha límite 30 de abril)
- Revista Latinoamericana (todo el año)

Informes en Colombia:

Universidad Nacional de Colombia

Fax: (57-91) 3680866, A.A. 5997

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas

Fax: (57-91) 2860866

Universidad Pedagógica Nacional

Fax: (57-91) 2173321

Correo electrónico:

macevedo@matematicas.unal.co
clame@udistrital.edu.co

En México:

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa

Apartado Postal 75-661

07301 México, D.F., México

Teléfono:

(52-5) 747 7000 exts.: 2998 y 2999

Fax: (52-5) 747 7002

Correo electrónico:

clame@mail.cinvestav.mx

<http://www.cinvestav.mx/clame>

Convocan

Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica Nacional;
Universidad Distrital Francisco José de Caldas;

México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;

Ministerio de Educación de Cuba;

Universidad de Costa Rica;

Universidad de Panamá;

Argentina: Universidad de la Patagonia;

Universidad de Puerto Rico;

República Dominicana: Universidad de Santo Domingo.

Las nuevas tecnologías en el aula de matemáticas y ciencias

**Luis Moreno Armella y
Teresa Rojano Ceballos**

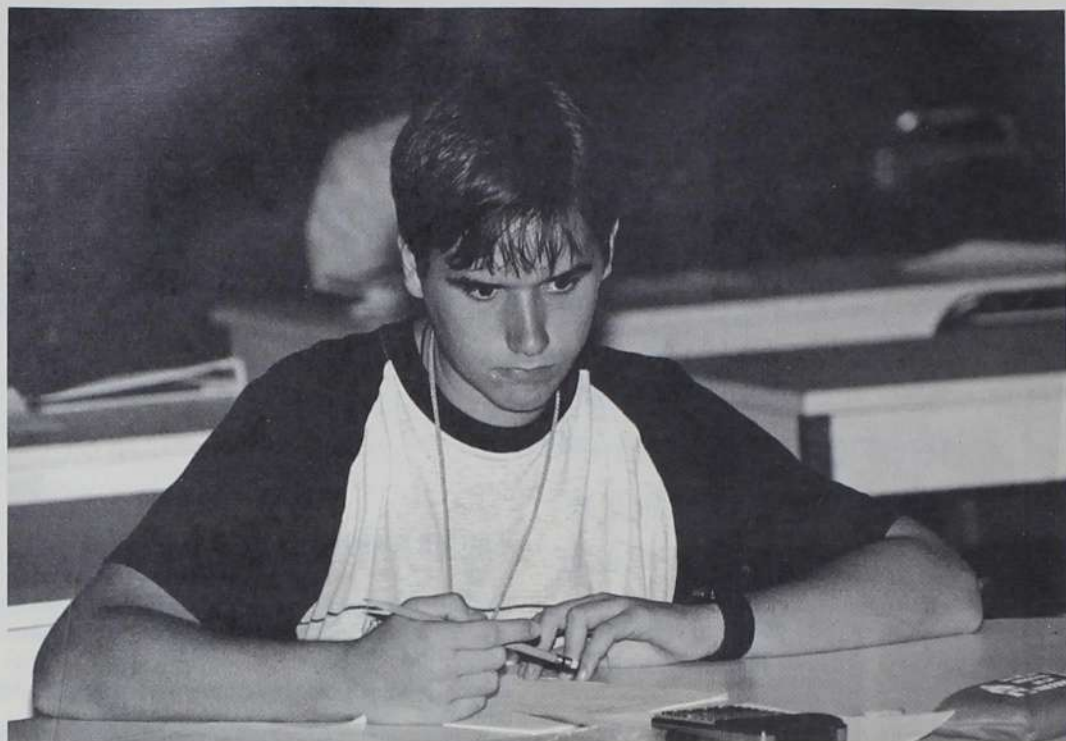
Introducción

Los desarrollos iniciados en la década de los setenta abrieron posibilidades inéditas al empleo de las nuevas tecnologías. En particular, las tecnologías computacionales impactaron desde entonces el campo de la educación. Primero las calculadoras científicas y los recursos audiovisuales y, posteriormente, los demás instrumentos tecnológicos y computacionales, ahora potenciados con recursos interactivos y de comunicación, han ido señalando caminos y estrategias para abordar la articulación de las nuevas tecnologías al currículum de ciencias y matemáticas.

Las estrategias educativas que se pongan en marcha deben respetar un principio fundamental: toda tecnología modifica sustancialmente las formas de construcción del conocimiento y la naturaleza misma de ese conocimiento. La acción humana (acción con propósito) está siempre mediada por instrumentos, sean estos materiales o simbólicos. Como corolario podemos afirmar que el conocimiento que se adquiere mediante nuevos instrumentos es un conocimiento nuevo.

El proyecto que ahora presentamos se inscribe en esta línea de trabajo; articulando las tecnologías computacionales con las nuevas tecnologías interactivas y de comunicación, pretendemos exhibir un modelo viable que contribuya a la investigación y transformación de los modelos educativos del futuro cercano.

La Dra. Teresa Rojano Ceballos es investigadora titular y jefa del Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav. El Dr. Luis Moreno Armella, investigador titular y coordinador del programa de doctorado de este mismo departamento, es miembro del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva. El presente trabajo constituye una presentación del proyecto de investigación "La incorporación de las nuevas tecnologías a la cultura escolar" financiado por Conacyt (G263385).



Antecedentes

El enfoque pedagógico de la reforma curricular de 1993 en México propone¹

(i) un acercamiento práctico en la enseñanza de las ciencias y

(ii) una noción funcional de la matemática escolar.

En el primer caso, el cambio de enfoque consiste en partir del contacto cotidiano con los fenómenos del mundo real. Se trata de reconocer que el conocimiento que construyen los estudiantes, partiendo del contacto directo con la realidad que los rodea, tiene su nivel de coherencia y les permite construir explicaciones sobre los fenómenos del mundo de sus experiencias. Se trata entonces de trabajar con estas formas del saber y no concebirlas, a secas, como "errores" del estudiante. Trabajando sobre estas interpretaciones, se debe pasar a la comprensión de los principios científicos generales que rigen el com-

portamiento de los fenómenos, mediante la construcción de los modelos explicativos de las ciencias.

En el caso de las matemáticas, se trata de que el alumno aprecie el papel de esta disciplina como medio de modelación de situaciones y fenómenos de su entorno, enfatizando la importancia del desarrollo de habilidades en la resolución de problemas.

Un estudio realizado recientemente en México e Inglaterra² acerca de las prácticas matemáticas en el aula de ciencias revela que en México, al contrario que en el Reino Unido, ha existido una tendencia a introducir los temas del currículum a partir del enunciado de principios o fórmulas generales para después pasar a mostrar ejemplos particulares. Al estudiante se le ha exigido, por un lado, un dominio del tratamiento formal y, por otro, ser capaz de aplicar a situaciones específicas, dicho enfoque formal. En el estudio mencionado se menciona que muy pocos estudiantes logran por ellos mismos cerrar la brecha entre estos dos tipos de competencias requeridas: teóricas y prácticas. Se desprende de allí la

pertinencia del enfoque de los nuevos programas. Estos últimos, como ya hemos mencionado, tienen como uno de sus propósitos el que los estudiantes de secundaria desarrollen habilidades operativas, de comunicación y de sistematización de sus observaciones, dentro de modelos explicativos.

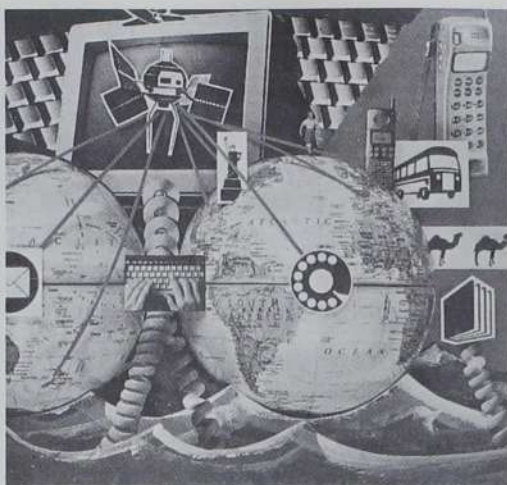
Las nuevas tecnologías: consideraciones teóricas

La posibilidad de manipular versiones electrónicas de los objetos y situaciones matemáticas ha ido favoreciendo la generación de conceptualizaciones novedosas. Por ejemplo, ha favorecido la *reificación* de los objetos matemáticos y las relaciones entre ellos. No es menor en estos procesos el papel que juegan las representaciones computacionales que tienen como característica fundamental la *ejecutabilidad*, por oposición a las representaciones tradicionales, que tienen un carácter más estático. Por eso, si bien el impacto sobre las prácticas cotidianas no ha sido tan fuerte como se esperaba desde hace ya más de dos décadas, *el impacto epistemológico* ha sido mayor que lo previsible en ese entonces³.

La interacción entre el estudiante y la computadora está basada en una interpretación simbólica de la información que suministra el estudiante y la respuesta que él recibe de la computadora (del entorno computacional) viene dada a través del mismo registro de representación: esto le permite una lectura *interpretable* como un *fenómeno matemático*.

Las expectativas que uno se pueda formar de tales características cognitivas derivadas de la posibilidad de establecer nuevas relaciones con el material de estudio, son muy diferentes a las propias de los llamados ambientes CAI (*Computer Aided Instruction*). Estos últimos facilitan o automatizan un cierto estilo pedagógico mientras que los nuevos entornos promueven una transformación de la experiencia matemática del estudiante a un nivel epistemológico.

La manipulación directa de los objetos y la reificación del conocimiento hacen posible la experimentación en dominios que anteriormente eran inaccesibles (en la práctica del estudiante). Pero ahora, como el conocimiento del estudiante emerge de la relación dialéctica entre percepción y conceptualización durante la inte-



racción con la interfase del sistema (que a su vez depende de la estructura interna del formalismo computacional) aparecen oportunidades nuevas para la educación desde estos ámbitos tecnológicos.

Las herramientas computacionales como mediadores de las acciones de los alumnos

La presencia de los instrumentos de mediación transforma de raíz la actividad cognitiva del estudiante. En efecto, la presencia de los instrumentos tecnológicos mencionados determina la estructura de una nueva *acción instrumental*, así como la presencia de una herramienta material, asociada a un proceso técnico, determina la forma de trabajo que se puede desarrollar con dicha herramienta.

Vygotsky⁴ enfatizó que los instrumentos de mediación tienen una naturaleza sociocultural puesto que la acción mediada no puede ser separada del entorno social en donde se desarrolla. De allí que sea plausible esperar que, en los estudios que se realicen del desempeño de los estudiantes, no puedan ignorarse influencias como la que ejerce el currículo sobre el aprendizaje, como la cultura propia de la institución escolar y la cultura del medio social del estudiante.



Podríamos decir que los medios computacionales conducen a una redefinición de las fronteras entre la acción individual y la acción social. El estudiante, auxiliado de sus instrumentos computacionales *construye una versión del conocimiento*.

El conocimiento y el aprendizaje son, por su naturaleza, *situados*, es decir, dependen fuertemente, en su construcción, de la especificidad del contexto. Desde esta perspectiva teórica, puede decirse que los instrumentos computacionales otorgan una direccionalidad al proceso de construcción del conocimiento.

Será entonces desde la investigación, como podrá decidirse la selección y el diseño de estrategias de enseñanza que permitan superar la dimensión situacional de las construcciones de los estudiantes. Por ello, de acuerdo a Saxe⁵

para entender los procesos que median a la transferencia, es importante tomar como base del análisis,

el conocimiento que los niños tienen para organizar los problemas específicos como procedimientos especializados.

Propósitos del proyecto

Uno de los propósitos generales del proyecto es investigar el papel de la tecnología en la transformación curricular en la escuela secundaria del Sistema Educativo Nacional (SEN), en el caso de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias. Otro de los propósitos consiste en investigar el impacto que tienen las tecnologías computacionales e interactivas en la transformación de las prácticas escolares de los estudiantes. Más específicamente, interesa investigar:

(i) El papel que juegan diferentes piezas de tecnología en el desarrollo de habilidades y en el aprendizaje de contenidos curriculares específicos de matemáticas y ciencias.



(ii) El papel que juegan estas herramientas tecnológicas como mediadores del aprendizaje escolar de los estudiantes.

(iii) De qué manera influye la tecnología y el modelo de aprendizaje colaborativo en el aula en la transformación de la cultura científica y matemática escolar.

(iv) De qué manera la presencia de las tecnologías de comunicación y telepresencia influye en el estudiante para la incorporación de nueva información en sus estrategias de aprendizaje y generación de nuevo conocimiento.

(v) Investigar las diferentes formas de asimilación de la tecnología a la cultura escolar en las diferentes regiones del país.

La investigación se llevará a cabo con estudiantes de secundaria de escuelas oficiales de 16 estados de la República. Se trabajará con el currículum de las asignaturas de matemáticas, física, química y biología.

Algunas metas del proyecto

(a) Desarrollar estudios longitudinales con grupos experimentales (maestros y alumnos), a partir del tratamiento con tecnología de diferentes ejes temáticos. En matemáticas: geometría y visualización, eje aritmético-algebraico, matemática de la variación y modelación. En física: cinemática y dinámica.

(b) Investigar la influencia que tiene la presencia de una fuerte componente tecnológica, en el desarrollo cognitivo de los estudiantes con relación a los contenidos y metas curriculares.

(c) Desarrollar estudios de caso para estudiar cómo las tecnologías de comunicación y telepresencia inciden en la conformación de estrategias nuevas de aprendizaje y generación de conocimientos particulares en matemáticas y ciencia.

(d) Formar recursos humanos de alto nivel para la investigación en el campo de nuevas tecnologías y la educación en ciencias y matemática.

Este proyecto tiene como su punto de partida el proyecto de desarrollo educativo "Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología", instrumentado por la SEP y el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE), en la escuela secundaria pública. Sin embargo, en sus etapas finales, la investigación que se desarrollará, irá mas lejos que el proyecto de desarrollo educativo al contemplar, a su vez, desarrollos que conjuguen ambientes computacionales en el aula con la comunicación electrónica a distancia⁶.



Notas

1. Plan y Programas. Educación Básica. Secundaria (SEP, México, 1993).

2. T. Rojano y R. Sutherland, Mexican-British project on the role of spreadsheets within school-based mathematical practices. Proyecto financiado por la Spencer Foundation (1997).

3. N. Balacheff y J. Kaput, Computer-based learning environment in mathematics, en A.J. Bishop et al. (eds),



International Handbook of Mathematics Education (Kluwer Academic Publishers, 1996) p. 469.

4. J. Wertsch, *Voices of the Mind: A Sociocultural Approach of Mediated Action* (Harvester, Londres, 1991).

5. G. Saxe, Transfer of learning across cultural practices, *Cognition and Instruction* **6**, 325 (1989).

Se recomienda consultar la siguiente literatura sobre el tema:

7. H. Abelson y A. DiSessa, *Turtle geometry: the computer as a medium for exploring mathematics* (Cambridge, MIT Press, 1981).

8. N. Balacheff y R. Sutherland, *IFIP Transactions A46*, **137** (1994).

9. N. Balacheff, Artificial intelligence and real teaching, en C. Keitel y K. Ruthven (eds) *Learning through Computers: Mathematics and Educational Technology* (Springer-Verlag, Berlin, 1993).

10. J. Confrey, A review of the research on students conceptions in mathematics, science and programming, *Review of Research in Education* **16**, 3 (1990).

11. A. DiSessa, Towards an epistemology of physics, *Cognition and Instruction* **10**, 105 (1992).

12. J. Fey, Technology and mathematics education: A survey of recent developments and important problems, *Educational Studies in Mathematics* **20**, 237 (1989).

13. J. T. Fey, School algebra for the year 2000, en S. Wagner y C. Kieran (Eds.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (Reston, VA, National Council of Teachers of Mathematics, 1989).

14. C. Hoyles y R. Sutherland, *Logo Mathematics in the Classroom* (Routledge, Londres, 1989).

15. J. Kaput, The representational roles of technology in connecting mathematics with authentic experience, en R. Biehler, R. W. Scholz, R. Sträßer, y B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of mathematics as a scientific discipline* (Dordrecht, Kluwer, Holanda 1994).

16. J. Kaput, The urgent need for proleptic research on the graphical representation of quantitative relationships. En T. Romberg, E. Fennema, & T. Carpenter (Eds.), *Integrating research on the graphical representation of functions* (Hillsdale, NJ, Erlbaum 1993).

17. J. Kaput, Democratizing access to calculus: New routes using old roots. En A. Schoenfeld (Ed.) *Mathematical thinking and problem solving* (Hillsdale, NJ, Erlbaum 1994b) p. 77.

18. J.M. Laborde, On models for exploring non-euclidean geometry in a dynamic geometry environment like cabri-geomètre. En J. King (ed), *Dynamic Geometry* (MAA, 1996).

19. J. Lave y E. Wenger, *Situated learning: legitimate peripheral participation* (Cambridge University Press, 1993).

20. D. Lehrer y D. Chazan (eds), *New directions in the teaching and learning of geometry*, (Erlbaum, Hillsdale, 1993).

21. B. Miles y H. Huberman, *Qualitative data analysis: a source book of new methods* (Sage Publi. 1984)

22. L. Moreno y A. Sacristan, On visual and symbolic representations. En *Exploiting mental imagery with computers* (Springer-Verlag, 1995) p. 178.

23. L. Moreno y G. Waldegg, Constructivism and mathematical education, *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology* **24**, p. 653 (1993).

24. L. Moreno, Windows and executable representations. En K. Keitel, (ed) *Mathematics Education and Common Sense*, (CIEAEM 47, Berlín, 1995).

25. T. Rojano y R. Sutherland, Mathematical practices in the sciences: school cultural influences on classroom participation, trabajo presentado en la American Educational Research Association, Chicago, IL.



CONVOCATORIA

LA INDUSTRIA MEXICANA DE COCA-COLA
INVITA A PARTICIPAR

A PROFESIONALES Y ESTUDIANTES MEXICANOS QUE HAYAN REALIZADO INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ENTRE 1996 Y 1998, A PRESENTAR SUS TRABAJOS PARA CONCURSAR EN LAS SIGUIENTES CATEGORIAS:

Investigación Estudiantil en Ciencia y Tecnología de Alimentos

\$45,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

Investigación Profesional en Ciencia de los Alimentos

\$75,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

Investigación Profesional en Tecnología de Alimentos

\$75,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

PREMIO NACIONAL AL MERITO en Ciencia y Tecnología de Alimentos

\$90,000.00 M.N. medalla de plata y diploma de reconocimiento

JURADO CALIFICADOR

- ASOCIACION NACIONAL DE TECNOLOGOS EN ALIMENTOS DE MEXICO, A.C.
- CONSEJO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA, CONACYT
 - INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
 - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ
 - UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 - UNIVERSIDAD DE SONORA
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

BASES E INSCRIPCIONES

La inscripción queda abierta con la publicación de la presente convocatoria.

Las bases generales con los requisitos que deben observarse y la información respecto a los trámites de inscripción, están disponibles en la Coordinación Ejecutiva del Premio. Igualmente, las bases pueden ser consultadas en las páginas de la revista del mes de abril de 1998.

EXCLUSIVAMENTE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO

Fecha límite de inscripción y entrega de trabajos es el 31 de julio de 1998 a las 18:00 horas en la oficina de Coordinación Ejecutiva del Premio

MAYORES INFORMES:

Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Coordinación Ejecutiva Ríben Dario No. 115 Col. Bosques de Chapultepec 11580
México, D.F. Teléfonos: 262 21 29 (en el Distrito Federal)
91 (800) 70 444 (en el interior de la República) Fax 262 20 05 / 262 20 15
Internet <http://www.main.conacyt.mx/conacyt/convocatorias/index.html>.



Setenta años bien cumplidos

Rosalinda Contreras

Nota biográfica

El profesor Heinrich Nöth investiga la química de los elementos del grupo principal, ha trabajado intensamente en la preparación de nuevos compuestos de boro. Se ha interesado también en los hidruros, que son especies químicas en las que los metales o metaloides están unidos a hidrógeno. Construye moléculas inorgánicas en forma de ciclos y jaulas. También prepara ligantes inorgánicos para su coordinación con metales.

Trabaja también en la elucidación de mecanismos de reacciones químicas, es un experto en la técnica de análisis estructural conocida como difracción de rayos-X y en la resonancia magnética multinuclear. Su trabajo se encuentra citado en más de 600 artículos de investigación científica y ha dirigido el trabajo de 150 estudiantes de doctorado y 180 estudiantes de licenciatura.

Nació el 20 de junio de 1928 en Munich, hijo de un virtuoso de orquesta de cámara. En 1944, a los 16 años se enlistó en el ejército; afortunadamente pudo regresar a los 18 años a la universidad. Estudió química inorgánica con el profesor Egon Wiberg y se doctoró con honores en 1954. Su actividad académica estuvo siempre relacionada con la Universidad de Munich, entre 1956 y 1957 trabajó como investigador en las Industrias Químicas Imperiales de Inglaterra donde continuó investigando los hidruros metálicos.

La Dra. Rosalinda Contreras es investigadora titular del Departamento de Química del Cinvestav.

En 1965 fue nombrado catedrático en Marburg, cuatro años más tarde regresó a Munich como cate-



drático, fue director de la Facultad de Química y Farmacia de esta universidad. Entre los numerosos puestos de servicio a la comunidad que ha desempeñado, está la presidencia de la Sociedad Química Alemana que cuenta con 29 000 miembros. Es parte de varios consejos editoriales como el del Instituto Gmlin o la compañía Verlags. Es el editor honorario de la nueva revista *European Journal of Inorganic Chemistry* y editor o miembro del comité editorial de las revistas *Organometallics*, *Inorganic Chemistry*, *Russian Journal of General Chemistry*, *Journal of Organometallic Chemistry*, *Zeitschrift für Naturforschung*, *Journal of Chemical Society*, entre otras. Es presidente de la Federación de Sociedades Químicas Europeas y Presidente de la Academia de Ciencias de Bavaria. Es miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de Göttingen, y de la de México, de la Leopoldina en Halle, miembro honorario de la Real Sociedad Química de Londres, doctor *honoris causa* de la Universidad de Marburg y de la de Leeds en Inglaterra. Recibió la orden Bávara Maximiliano para la investigación y el arte, la medalla Chugaev de la Academia Rusa de Ciencias. Es miembro honorario de la Sociedad Austriaca de Química y de la Alemana.

Por lo que respecta a su actividad académica en México, él es la *German Connection* para el Departamento de Química del Cinvestav; desde 1979 mantiene una relación académica de apoyo y de amistad con numerosos miembros de este departamento. Ha recibido a muchos mexicanos en su laboratorio, y él o sus colaboradores han visitado frecuentemente el Cinvestav. Sus estudiantes han hecho estancias posdoctorales o el doctorado en México.

En 1993 fue nombrado miembro correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias en Guanajuato y ha participado en reuniones académicas en México como plenarista. Recientemente el Departamento de Química del Cinvestav y la Facultad de Química de la UNAM realizaron una reunión académica para celebrar sus 70 años. A esta reunión, celebrada en el Auditorio Rosenblueth del Cinvestav, asistieron cerca de 250 estudiantes e investigadores de todo el país.

El hacedor de estrellas

Tiene un dominio claro y límpido, ama a las moléculas tanto como a sus amigos, tiene una fantástica memoria y una imaginación desbordada, es un creador de nuevas especies, las prefiere pequeñas, de esas que se pueden hacer con los elementos más simples, de esas de tan comunes que nadie las imagina.

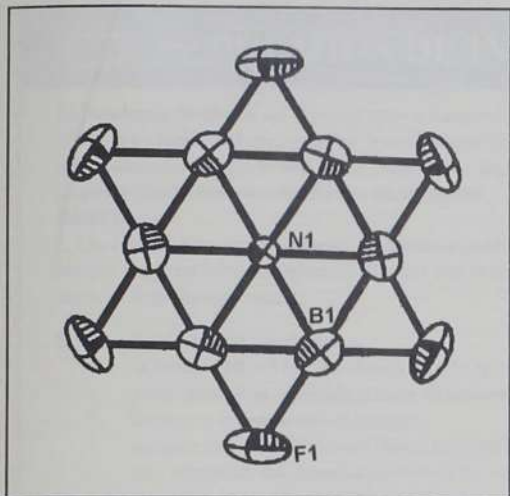
Al hacedor le gustan las estrellas, él las fabrica, las hace diminutas, con poquitos átomos, los pega con encanto. Les da las formas más raras, las sueña, son sus hijas.

Las cristaliza en pequeñas gemas, dice que admira su simetría, su geometría, su sincronía. Yo sé que en realidad las ama, son sus criaturas.

El hacedor de moléculas, las desentraña, las mira con sus rayos, las mide, las retrata, las pone en un marco, las publica.

El hacedor es incansable, grande y fuerte, tiene la fuerza del intelecto y la del conocimiento, de tanto robar los secretos de la materia, se ha llenado de su sabiduría.

El hacedor es bondadoso, tiene el impulso del espíritu.



El hacedor colecciona moléculas, y también amigos.

Los cuida y los respeta, es cierto, los ama tanto como a ellas.

Ser profesor

Transcribimos las palabras del Prof. Nöth presentadas durante su homenaje en el Cinvestav.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento, me han dado un regalo maravilloso este día. Me siento muy conmovido y por supuesto muy contento. Sin embargo, creo que no lo merezco.

Mi agradecimiento a quienes han contribuido para realizar esta reunión académica, también por su amistad, simpatía y cariño que encuentro en diferentes lugares pero particularmente en el Cinvestav. Gracias también por el diploma que hoy me entregan. Guardaré por siempre este día en mi memoria, lo que contribuirá para que identifique la química que se realiza en el Cinvestav y en la UNAM.

Ustedes han escuchado cosas agradables de mí, algunas de ellas son probablemente verdaderas. Sin embargo, todos los hombres tienen virtudes y defectos, en particular los míos, pero no se los diré hoy.

Es más importante agradecer con todo mi corazón a quienes me han ayudado en la vida para llegar a ser lo que soy. Si veo hacia atrás les confesaré que la suerte ha estado de mi lado, en los días buenos y también en los malos.

Mis padres me educaron para ser músico y esta actividad me divierte. Me formé en los eventos de la segunda guerra mundial, la que viví entre los quince y diecisiete años. Desde ese tiempo odio la violencia en todas sus formas.

Me formaron mis profesores, mi familia y mis amigos con sus consejos, su apoyo y su entendimiento y me ayudaron a superar obstáculos. Me enseñaron a trabajar duro para ayudar a la gente y si es posible para no herir a nadie. Y también a entender a quienes tienen menos habilidades que yo.

Creo que ser profesor es la mejor profesión. Ser capaz de transmitir los conocimientos, ser libre para decidir en que área trabajar, ser libre para desarrollar la creatividad. Pero la libertad tiene límites, también significa tomar responsabilidades, lo cual implica hacer más de lo que tenemos que hacer.

Ser profesor significa transmitir a la gente joven la experiencia. Esto es posible, solamente, si el profesor no se duerme en sus laureles; al contrario, es él, el que tiene que trabajar más que los demás. Conseguir un lugar al frente de la investigación y mantenerse en ese sitio. Esto mantiene el espíritu joven y activo.

Fui afortunado de tener muchos estudiantes excelentes que me ayudaron a hacer esto. Los traté siempre, no solamente como colaboradores, sino también como futuros colegas. He aprendido mucho de ellos, principalmente a usar las computadoras.

Permítanme cerrar con un poema de Lao-Tse

Conozco tres cosas preciosas, estimo y conservo las tres.

La primera es el amor, la segunda la austeridad, la tercera la humildad.

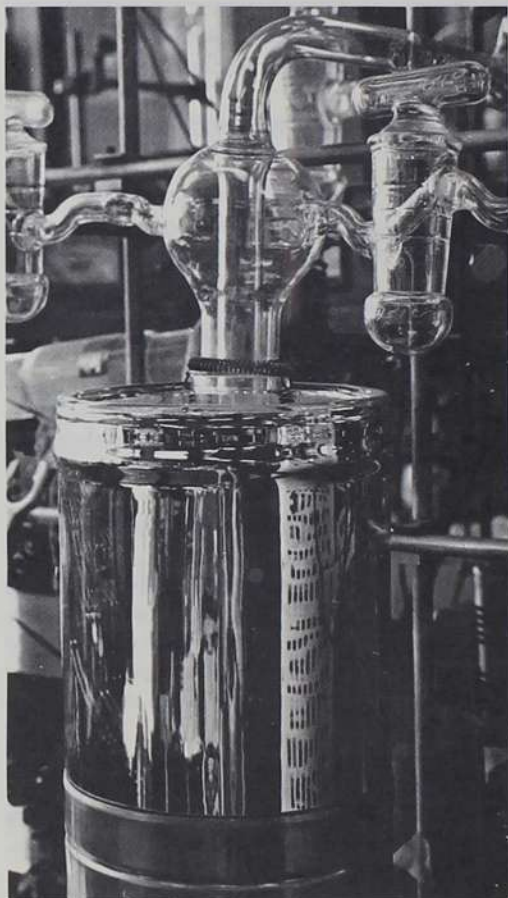
Con amor se puede ser valeroso, con austeridad generoso y con humildad progresar.

Si los hombres no sienten amor, no tienen motivo para la valentía;

si no tienen austeridad carecen de reservas para ser generosos;

si no son humildes, no progresan porque no tienen una meta que alcanzar.

Guarden estas palabras en su memoria, para proyectarlas hoy les diré, que la amistad y el amor me unen con muchos de Ustedes. La austeridad y serenidad pertenecen a nuestra ciencia. Humildad, ayuda, entendimiento del uno al otro y corazones abiertos es lo que he encontrado en Ustedes. Deseo a todos que continúen desarrollándose en el futuro tanto como en los años pasados o más. Y si puedo contribuir un poco a este desarrollo estaré muy contento de hacerlo.





PREMIOS DE INVESTIGACIÓN 1998

La Academia Mexicana de Ciencias abre a concurso los Premios de Investigación 1998 para científicos jóvenes. Se otorgará un diploma y cincuenta mil pesos al mejor candidato en cada una de las áreas de Ciencias Exactas, Naturales y Sociales, así como en Investigación Tecnológica. Se invita a los investigadores y a las instituciones de investigación a proponer candidatos de acuerdo con las siguientes

BASES

1. Las candidaturas se presentarán de manera individual. Podrá concursar cualquier científico que haya investigado en México y que no haya cumplido los 40 años a la fecha del cierre de esta convocatoria, lo cual deberá comprobar con copia de documentos legales.
2. El candidato deberá presentar:
 - la forma AMC-PI (proporcionada por la Academia), debidamente llenada;
 - curriculum vitae detallado y carta de anuencia para concursar (especificando el área en la que participa);
 - separatas o copias de sus trabajos;
 - relación de citas a cada uno de sus trabajos de investigación o, en su caso, referencias bibliográficas que comenten sus trabajos; en el caso de investigación tecnológica, documentar los desarrollos tecnológicos (por ejemplo, manual de procesos, ingeniería básica, planos) y en su caso explotación por terceros;
 - cualquier elemento adicional que refuerce su candidatura (cartas de presentación de su institución o de otros investigadores que conozcan de cerca su trabajo, impacto del mismo, constancias de su participación docente y en la formación de recursos humanos).
3. El Premio de Investigación Tecnológica se otorgará por el desarrollo de nueva tecnología y por innovaciones de tecnología existente. Para evaluar las candidaturas del Premio en esta área, se tomarán también en cuenta los siguientes elementos: elaboración de manuales de proceso, diseño o modificación de prototipos, instrumentación de maquinaria, desarrollos y modificaciones en las ciencias bioquímicas, desarrollo de nuevos materiales, aportaciones en el campo de la agronomía, así como contribuciones en el área de ingeniería. El candidato deberá presentar también, en el caso de que hubiera desarrollado tecnología ya utilizada por terceros, las constancias de esta transferencia de tecnología así como patentes que hubiera generado.
4. El jurado tomará en cuenta como criterios para evaluar, entre otros, el rigor científico la calidad, la originalidad y la independencia de la investigación.
5. La fecha límite para presentar candidaturas es el 30 de junio de 1998.
6. El jurado estará formado por la Comisión de Premios elegida por votación de los miembros de la Academia Mexicana de Ciencias.
7. El jurado analizará todo el trabajo de investigación realizado por los candidatos con base en sus publicaciones y en los documentos mencionados en el punto 2. Y, en su caso, en el punto 3 de esta convocatoria, especialmente el que haya llevado a cabo como miembro de una institución mexicana.
8. El jurado podrá declarar desierto alguno de los premios; asimismo, podrá dividir el premio en caso de empate.
9. El dictamen del jurado será inapelable.
10. No podrán participar quienes haya recibido el Premio de Investigación Científica en años anteriores.
11. El resultado del concurso estará a disposición de los candidatos a partir del 15 de octubre de 1998 y el Consejo Directivo lo dará a conocer a todos los miembros de la Academia. Los premios se entregarán en sesión solemne.

Las candidaturas, con la documentación completa, se podrán entregar personalmente o enviarse por correo a las oficinas de la Academia, Av. San Jerónimo 260, Jardines del Pedregal, 04500 México, D.F., de lunes a viernes de 10:00 a 18:00 horas a más tardar el 30 de junio de 1998. Tel. (5) 616 2699, Fax. (5) 550 1143.



ADMISIÓN DE NUEVOS MIEMBROS REGULARES

El Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Ciencias invita a todos sus miembros a presentar candidatos para ingresar este año a nuestra Academia como miembros regulares. Las candidaturas serán analizadas por la Comisión de Membresía. Según el artículo 5° de los Estatutos: "podrán ser miembros regulares quienes trabajen la mayor parte de tiempo en México y sean investigadores activos de reconocido mérito en su especialidad". Asimismo, de acuerdo con el artículo 6° de los Estatutos, para ser candidato a miembro regular se requiere:

(i) Que la candidatura sea propuesta por escrito al Presidente de la Academia por tres miembros de la misma que no pertenezcan al Consejo Directivo ni a la Comisión de Membresía, y que tengan la misma especialidad del candidato si los hay dentro de la Academia, o especialidades afines en caso contrario. Dicha propuesta deberá destacar la contribución científica del candidato que justifique su incorporación a la Academia.

(ii) Que el candidato tenga trabajos de investigación publicados que lo acrediten como investigador independiente y que por lo menos tres de ellos hayan aparecido dentro de los tres últimos años en una revista o publicación de reconocido rigor científico.

(iii) Que la solicitud sea acompañada del currículum vitae del candidato, de separatas o copias de sus trabajos y de una carta en la que éste manifieste su anuencia a ser candidato.

Para la evaluación de los candidatos, la Comisión de Membresía considerará entre otros los siguientes elementos:

- La contribución científica del candidato en el campo de su especialidad; especialmente el trabajo realizado en México.
- La calidad de sus trabajos de investigación y su reciente publicación.
- La contribución del candidato en la formación de recursos humanos de alto nivel en México.
- Que el candidato a miembro regular esté establecido en México.

Como la Comisión se guía por estos lineamientos, las candidaturas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

1. Acompañar la solicitud de la forma AMC-M (proporcionada por la Academia), debidamente llenada.
2. Carta de anuencia del candidato.
3. Tres cartas, por candidato, de miembros de la Academia. El texto de ésta deberá tener las siguientes características:
 - Presentar individualmente al candidato de acuerdo con el punto (i) anterior, destacando explícitamente su particular contribución científica. Las presentaciones de varios candidatos en conjunto, o con referencias genéricas o vagas con respecto a la calidad y originalidad de su trabajo, dificultan la labor de la Comisión de Membresía.
 - Señalar los elementos que apoyen la independencia del candidato como investigador, requerida por el punto (ii). Estos elementos pueden ser, por ejemplo, el ser autor principal de trabajos de calidad, el haber dirigido tesis que hayan originado publicaciones, el haber publicado trabajos con muy diversos coautores.
 - Señalar en cuál de las secciones en que está organizada la Academia ubicaría al candidato.
4. Currículum vitae actualizado donde aparezca la relación de citas de sus trabajos de investigación, o en su caso referencias bibliográficas que comenten sus trabajos. Deberá incluir también la lista de tesis dirigidas o contribución en la formación de recursos humanos en México.
5. Separatas o copias de sus trabajos (los más importantes y de los últimos años).
6. En el caso de candidatos extranjeros, además de lo anterior, se deberá comprobar su permanencia en México (contratado por una institución nacional, no basta una Cátedra Patrimonial).

Las propuestas deberán enviarse a las oficinas de la Academia, Av. San Jerónimo 260, Jardines del Pedregal, 04500 México, D.F., de lunes a viernes de 10:00 a 18:00 horas a más tardar el 15 de junio de 1998. Tel. (5) 616 4283, Fax. 550 1143.



El mundo y sus demonios (La ciencia como una luz en la oscuridad) de Carl Sagan, Ed. Planeta, México, 1997

Jorge G. Hirsch

Carl Sagan, el astrónomo mundialmente conocido por la serie televisiva *Cosmos*, dedicó gran parte de su vida a buscar evidencia de vida extraterrestre. Más de

una vez escuchamos sus argumentos sencillos, basados en el sentido común y la aritmética: la probabilidad de que sólo haya una estrella entre las innumerables galaxias con un planeta que pueda sustentar vida es casi nula. Dicho en forma afirmativa: debe haber *algún* tipo de vida en multitud de planetas o satélites orbitando alrededor de otros soles.

Fuertemente involucrado en el programa SETI de búsqueda de señales de vida provenientes del espacio, dedicó gran atención a las miles de declaraciones de personas que afirman haber tenido encuentros con extraterrestres, desde avistamientos de naves hasta encuentros cara a cara, gratos o terribles, con sermones edificantes u operaciones aberrantes. Formó parte de varios comités científicos dedicados a investigar estos testimonios. La respuesta encontrada es asombrosa: ninguna de las miles de declaraciones resiste una investigación crítica, hecha por personas dispuestas a cuestionar seriamente, con método, estos testimonios.

El Dr. Jorge G. Hirsch es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav.

En este libro Carl Sagan comparte con nosotros sus reflexiones acerca del fenómeno OVNI. Lo encara con pasión y seriedad, y su conclusión es a la vez una desilusión y una revelación. Una desilusión porque nos muestra con claridad que las supuestas evidencias no son tales. Es una revelación porque Sagan se pregunta sobre esa multitud de personas que honestamente creen estar en contacto con extraterrestres, algunas con altos costos sociales y afectivos. ¿Cuáles son los caminos de la mente humana que llevan a muchos seres humanos a aferrarse a recuerdos de naves espaciales, encuentros, abusos sexuales y experimentos sobre sus cuerpos, cuando no hay evidencia sustentable de tales hechos? ¿Es posible que miles, quizás millones de personas, prefieran creer contra toda razón antes que analizar una realidad confrontable? ¿que elijan, muchas veces inconscientemente, un mito que visto por un extraño llega al ridículo? ¿que renuncien a la crítica sistemática que la ciencia practica como criterio de verdad?

¿Cómo se atreve Sagan a afirmar que no estamos en contacto con seres extraterrestres? ¿Por qué no? ¿Y las marcas que aparecieron por años en trigales de Inglaterra, y luego en Hungría, enormes y con formas geométricas? Los jóvenes que se divertieron haciéndolas con una barra sintieron que la broma se iba de sus manos cuando otros, adivinando el truco, empezaron a repetirlo, y lo contaron todo. ¿Y la enorme cantidad de avistamientos? Dificilmente se sostienen frente a las redes de observación satelital que cubren día y noche la totalidad del cielo terrestre. ¿Y los mensajes que nos han transmitido? Estos rara vez



van más allá de las generalidades, y han ido evolucionando en el tiempo. Primero estos seres se presentaban a sí mismos como marcianos. Cuando las exploraciones mostraron sin lugar a dudas que en Marte no había vida empezaron a declararse venusinos, y en los últimos años, acorralados por la investigación espacial, se presentan como de origen extragaláctico.

¿Significa esto que estamos rodeados de mentirosos y farsantes? En cierta medida es probable. Hay gente que ha hecho un negocio o una profesión del fenómeno OVNI y lo defenderá aun sabiendo que está falseando los hechos. Hay terapeutas que usan la hipnosis para que sus pacientes recuerden abusos por parte de extraterrestres, sin reconocer la fuerza que sus deseos y prejuicios tienen en la creación de estos recuerdos. Sin embargo, Carl Sagan nos habla de una enorme cantidad de gente que honestamente cree haber visto o tenido un encuentro con extraterrestres. Gente que sufre, que llora con auténtico dolor al recordar los sucesos. Que

éstos sean imposibles de reconstruir, de comprobar por un analista crítico puede anular el valor de la prueba pero no disminuye en nada su sufrimiento. Entender estos misterios de la naturaleza humana está absolutamente más allá del saber de un astrónomo. Sagan los expone con pasión y claridad, exhibe el fenómeno OVNI como digno de estudio y profunda investigación, pero no por los astrónomos sino por psicólogos y sociólogos. Es el viejo problema: los demonios andan sueltos.

Y aquí llegamos a una pregunta central para Sagan: ¿podemos ayudar a que mucha gente use el escepticismo, esa herramienta fundamental de la ciencia, para reducir su exposición al engaño, sea éste autoinfligido o externo? Es sabido que nadie puede protegernos de nosotros mismos, incluso solemos odiar a quienes lo intentan. Pero del engaño de los poderosos, del abuso de los medios para manipular a la gente por su ignorancia o su credulidad, de eso sí puede la ciencia ayudarnos a estar prevenidos. Sagan dedica una parte importante de su libro a explicar lo que sí puede hacer la ciencia, que podría quizás condensarse en hacer afirmaciones de las que se puede concluir si son ciertas o falsas, y someterlas a una crítica despiadada y continua por expertos en el tema. La ciencia no está libre de prejuicios, de verdades parciales o fraudes, pero es de las pocas disciplinas donde el desmascaramiento se produce desde adentro, donde una autoridad puede hacer una afirmación basada en su prestigio, quizás de premio Nobel, y un desconocido puede exhibirla como equivocada. Es cierto que puede no ser fácil, pues los

científicos son seres humanos, tan influenciados y manipulables como los demás. Pero la ciencia está contruida sobre esta base exacerbadamente crítica. Muy pocas otras comunidades tienen esta dinámica.

Por eso para Sagan la ciencia es como una luz en la oscuridad. La ciencia como disciplina de auto-evaluación, de rechazo al principio de autoridad, de desarrollo de principios críticos. Es importante notar que el énfasis no está en la utilidad evidente de los desarrollos científicos y tecnológicos que de manera tan profunda afectan nuestra vida cotidiana, sino en el método, en la capacidad de cuestionar, de reflexionar, de revisar las verdades establecidas y nuestras propias creencias.

El libro termina transformándose en un alegato. Sagan nos advierte que se aparta de una descripción para pasar a la reflexión, al manifiesto de sus ideales. Y nos conmueve más que antes. Es un humanista, libertario, deseoso de un mundo justo e igualitario, ajeno a

la tiranía, la manipulación, el chauvinismo. Aboga por una educación que libere a los niños de los prejuicios, que les mantenga abierta la mente, les enseñe el escepticismo y el descreimiento en las afirmaciones basadas en la autoridad o la demagogia. Propone un uso mucho más intensivo de los medios de comunicación para difundir los

conocimientos científicos, un esfuerzo mucho mayor para que la ciencia, y sobre todo el pensamiento científico, sean patrimonio de la humanidad.

El mundo y sus demonios es un apasionado y conmovedor libro, un hermoso legado que nos dejó Carl Sagan.



CENTRO DE INVESTIGACION EN POLIMEROS

Programa de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos

Con el fin de apoyar y estimular las actividades de las instituciones mexicanas de educación superior dirigidas al desarrollo académico y a la formación de científicos en las áreas que a continuación se detallan, así como para fortalecer la interacción del Centro de Investigación en Polímeros (CIP) con universidades y centros de investigación nacionales o extranjeros con intereses afines al CIP, éste ha desarrollado un programa que contempla:

- A.** Entregar **galardones** a estudiantes sobresalientes que realizan estudios de maestría y doctorado.
- B.** Ofrecer a investigadores con prestigio académico, apoyo completo para realizar **estancias de trabajo** o **año sabático** en el CIP.
- C.** Ofrecer vinculación académica con investigadores universitarios notables a través de **asesorías** a los proyectos de investigación del CIP.
- D.** Copatrocinar **estancias de trabajo** externas al CIP de **profesores visitantes distinguidos**, nacionales o extranjeros en instituciones nacionales de educación

Las solicitudes de beca-galardón, colaboración, apoyo para año sabático, estancias de trabajo en el CIP, asesorías universitarias y estancias de profesores visitantes del extranjero, se reciben en cualquier época del año.

El Centro de Investigación en Polímeros es una institución creada en 1992 por iniciativa del grupo COMEX para realizar investigación tecnológica en áreas relevantes a la industria de pinturas y recubrimientos.

Dirigir las propuestas al domicilio postal del CIP:
Programa Formación de Recursos Humanos
Centro de Investigación en Polímeros

Campos Elíseos No.400-1601
Lomas de Chapultepec
11000 México, D.F.

Ubicación del Centro:
Marcos Achar Lobatón No.2
55885 Tepexpan, Edo. De México

Http://www.cip.org
E-mail: cipac@cip.org

GRUPO COMEX

CONVOCATORIA

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.
CINVESTAV **Unidad Mérida**

Invita a:
**Profesionales en áreas afines
a las ciencias marinas
(Biología, Oceanología,
Física, Geología y Química)
para estudiar:**

Maestría en Biología Marina y Doctorado en Ciencias Marinas

Calendario
fecha límite de entrega de documentos
19 de junio de 1998
Examen de admisión
22-24 de junio de 1998
Inicio del curso
2 de septiembre de 1998

INFORMES

Departamento de Recursos del Mar
Dr. David Valdés Lozano, Coordinador Académico
Tel: (991) 81 2973, 81 2985 ext. 294
Fax: (991) 81 2917

E-mail: dvaldes@kin.cleamer.conacyt.mx
En México D.F.: Lic. Alfredo Alejandro,
Oficina de Control Escolar,
Tel: (5) 747 7000 y 01 ext. 2527

Página <http://kin.cleamer.conacyt.mx/Cinvestav/Recursos/>



**CENTRO DE
INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS
DEL IPN**
Unidad Mérida

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN
ECOLOGIA HUMANA**

Posgrado interdisciplinario dirigido a
profesionales en diversas áreas de las
Ciencias Sociales y Biológicas.

Recepción de documentos:
del 1 al 12 de junio de 1998.
Exámenes de admisión:
del 22 al 26 de junio de 1998.
Inicio de cursos: 2 de sept. 1998.

Este programa está en evaluación para
ingresar al padrón de excelencia del
CONACYT. En caso de ser aceptado,
se apoyará al estudiante en los trámites
para obtener una beca CONACYT.

Informes: Dra. Ana García,
Coordinadora del Posgrado,
CINVESTAV-Unidad Mérida,
Ant. carretera a Progreso km. 6
Mérida 97310, Yucatán.
Teléfono y Fax (99) 81- 46- 70.
agarcia@kin.cicamer.conacyt.mx

