CBYS027773

AVANCE Y PERSPECTIVA

órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
núm. 40 octubre-diciembre 1989 **México ISSN 0185-1411**
Distribución gratuita

Descubrimientos accidentales en Química que han mejorado nuestra vida

Caracterización de la superficie de sólidos

Micotoxinas en el bajío guanajuatense

El encuentro de los premios Nobel en Lindau

El posgrado en el Cinvestav: Una estrategia posible

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS IPN-UNIDAD IRAPUATO

CONVOCATORIA

Maestría en Ciencias con especialidad en Biotecnología de plantas

Admisión:
exámenes durante la última semana de enero (días 25 y 26)
Cursos propedéuticos:
mayo, junio y julio
Cursos básicos:
a partir de agosto
Cursos optativos:
después del tercer semestre, según el área elegida por el alumno
Duración:
máximo 5 semestres

Doctorado en Ciencias con especialidad en Biotecnología de plantas

Admisión:
durante todo el año
Grado:
por investigación
Duración:
máximo 6 semestres
Campos de investigación:
Ciencia y tecnología de alimentos
Bioquímica de plantas
Interacción planta-insecto
Ecología microbiana
Ingeniería genética y
Metabolismo secundario

Para mayor información:
COORDINACION ACADEMICA CINVESTAV-IPN
Unidad Irapuato
Apartado postal 629
36500 Irapuato Gto.
Tel.: (462) 516 00 ext. 206
FAX (462) 51282

Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados
del IPN
Cinvestav

Director: Héctor O. Nava Jaimes
Secretario Académico: Enrique Campesino Romeo
Editor: Miguel Angel Pérez Angón
Editor Asistente: Carlos Chimal

Consejo Editorial

Marcelino Cereijido,
Departamento de Fisiología, Biofísica
y Neurociencias
Rosalinda Contreras,
Departamento de Química
Juan Manuel Ibarra,
Departamento de Ingeniería Eléctrica
María de Ibarrola,
Departamento de Investigaciones
Educativas
Rubén López Revilla,
Departamento de Biología Celular
Enrique Ramírez de Arellano,
Departamento de Matemáticas

Fotografía: Agustín Estrada y Pedro Hiriart
Captura: Ma. Eugenia López y Rosemary Ovando
Distribución: Sección coordinadora de cursos en provincia
Tipografía: José Luis Olivares Vázquez y Arturo Sánchez y Gándara.
Avance y Perspectiva, organo de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación trimestral editada por la Secretaría Académica del CINVESTAV. El número 40, volumen 8, se terminó de imprimir en noviembre de 1989. El tiraje consta de 5,000 ejemplares. *Editor Responsable:* Miguel Angel Pérez Angón. Oficinas: Ave. IPN No. 2508, Esq. Ticomán. Apdo. Postal 14-740, 07000 México, D.F. Certificados de licitud de 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. 705-82 otorgada por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro no. 016 0389, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Multidiseño gráfico, S. A. ***Avance y Perspectiva*** publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos escritos por miembros de la comunidad del CINVESTAV. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el primer número de cada volumen (enero-marzo). Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en ***Avance y Perspectiva,*** siempre y cuando se cite la fuente.

Sumario

Descubrimientos accidentales en química que han mejorado nuestra vida
Eusebio Juaristi 3

Caracterización de la superficie de los sólidos
Mario H. Farías Sánchez 9

Micotoxinas en el bajío guanajuatense
Doralinda Guzmán de Peña 15

Avances de Ciencia y Tecnología

Estudio comprensivo de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán
Luis Capurro Filograsso y Gustavo de la Cruz Agüero 21

La fiesta de los Premios Nobel en Lindau
Rosalinda Contreras Theurel 26

Los Premios Nobel en Ciencias 1989
Química, *Francisco M. de la Vega* 28
Fisiología y Medicina, *Patricio Gariglio* 29
Física, *David J. Fernández C. y Rigoberto García Cantú* 30

Perspectivas

El posgrado en el Cinvestav: Una estrategia posible
Héctor O. Nava Jaimes 32

Noticias del Centro 45

Innovaciones educativas

Un programa integral de Ciencias
Mario García Hernández 52

Rincón Epistemológico

Interdisciplinariedad
Rolando García B. 54

Libros

Historia del tiempo de *Stephen Hawking*
Miguel Angel Pérez Angón 57

Matices

Quiera Dios que usted me tome en serio
Noviencalcao 59

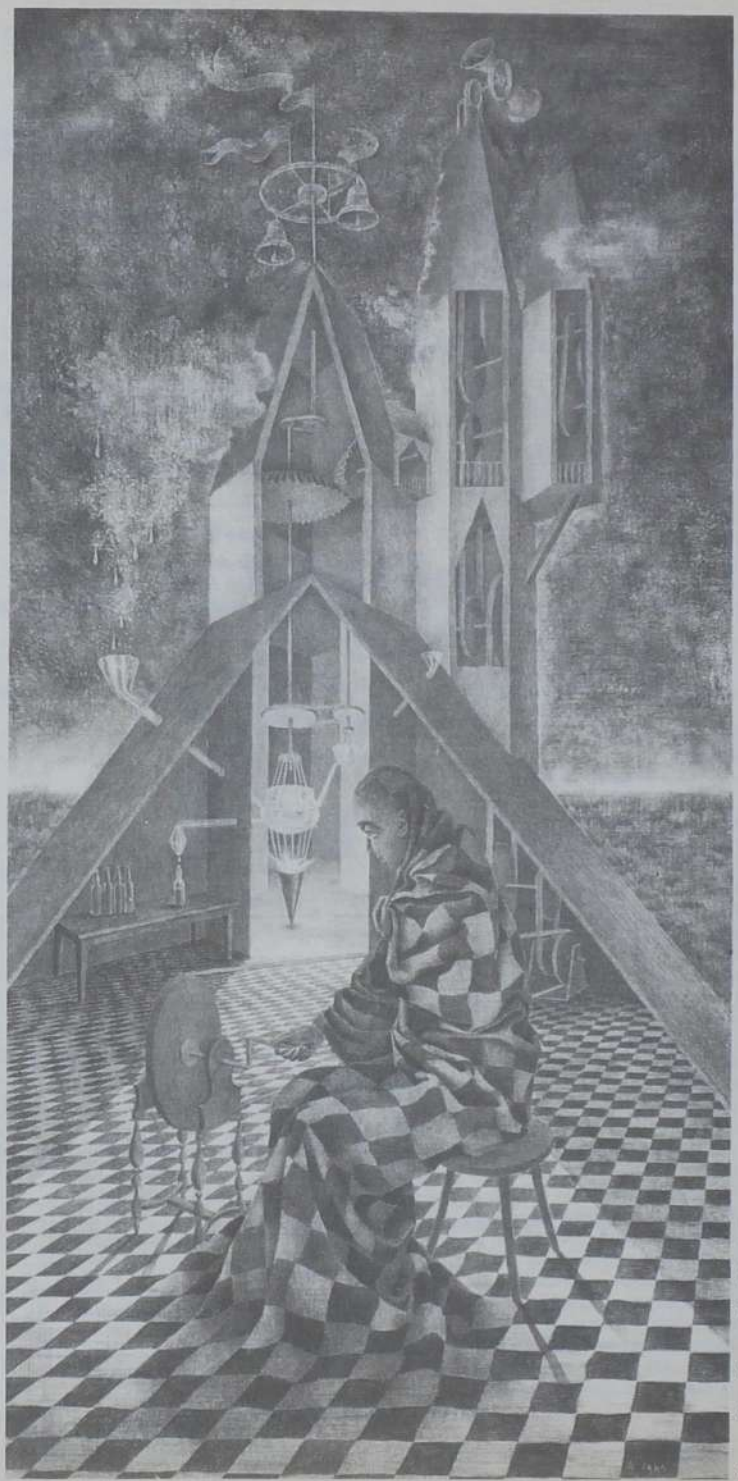
Espacio abierto

Cómo escribir mal
Paul W. Merrill 64

Indice del volumen 8
67

Portada

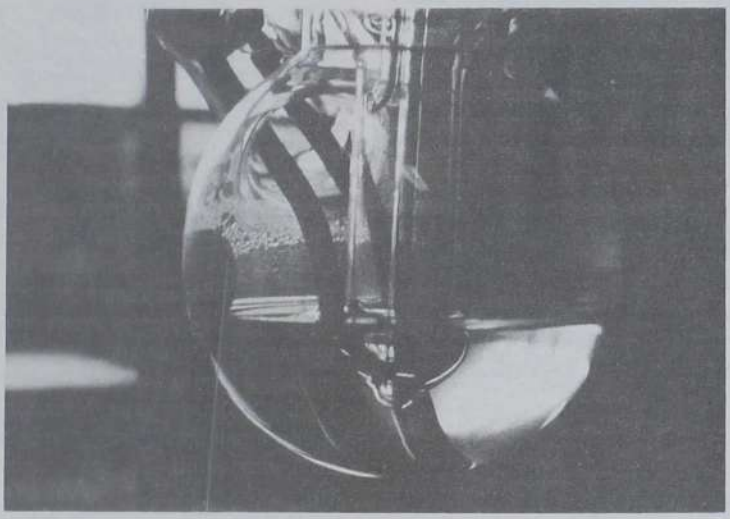
Representación de la acción de un catalizador sobre la superficie de un sólido
© General Motors Research Laboratories.
Tomado de *Physics Today*, diciembre de 1986.



Remedios Varo *El Alquimista*

Descubrimientos accidentales en química que han mejorado nuestra vida

Los catalizadores, el hule vulcanizado, los fertilizantes artificiales, la baquelita, la sacarina..., todos son productos químicos que fueron descubiertos en forma accidental.



Eusebio Juaristi

Al examinar la historia de la humanidad se hace evidente que la imagen de la gente acerca de la química fue inicialmente de temor y sospecha, para pasar a una de gran aprecio y expectativas y recaer en los últimos años en la desconfianza. Esta actitud negativa de los tiempos actuales se refleja en el modo en que son vistos los químicos y sus actividades: no es extraño notar que a los químicos se les califique como individuos fríos, reservados, peculiares y dedicados a efectuar experimentos misteriosos que a nadie benefician.

El Dr. Eusebio Juaristi es profesor titular del Departamento de Química del CINVESTAV. Es químico del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, y obtuvo su doctorado en la Universidad de Carolina del Norte, en Chapell Hill, EUA. Su campo de investigación es la estereoquímica y el análisis conformacional de heterociclos orgánicos.

En esta ocasión trataré de disipar algunos conceptos erróneos sobre la química y los químicos a través de la presentación de ejemplos que muestran cómo muchos de los adelantos que hacen cómoda, mejor y más agradable nuestra vida se originaron en descubrimientos accidentales ocurridos durante la investigación básica en química.

Investigación básica durante la era de la alquimia

En los tiempos de Cristo, a los filósofos griegos se les metió en la cabeza convertir en oro y plata los metales baratos y abundantes como el plomo y el hierro. Los numerosos intentos encaminados a conseguir estas metas se sucedieron durante más de

mil años hasta el período de la alquimia, que se ha denominado "el período negro" de la ciencia. Sin embargo, aunque los químicos de esa era no hayan tenido éxito en su búsqueda de la piedra filosofal, sí inventaron instrumentos y aparatos que todavía son muy útiles aún en nuestros días.

Quizá la invención más importante de la alquimia fueron los alambiques, que hicieron posible la producción industrial de destilados alcohólicos como el whiskey y el brandy. Con el acceso a los alambiques fue también posible concentrar los principios medicinales derivados de diversas fuentes naturales. De esta manera se generalizó el empleo de los destilados y de los residuos concentrados en medicina y perfumería.

También durante la época de la alquimia se descubrió algo más valioso que el oro: se encontraron maneras de aislar ácidos minerales como el nítrico, el sulfúrico y el muriático. Estos ácidos son la base en la preparación de compuestos de tal importancia como los fertilizantes, los explosivos, los pigmentos y colorantes, etc.

Investigación química en el siglo XVIII

En 1755, A.S. Marggraf fue el primer químico en usar el recién diseñado microscopio para el estudio de los tejidos vegetales. Al observar pequeños cristales en la remolacha, Marggraf descubrió accidentalmente una nueva fuente de azúcar para el consumo de humanos y animales.

Otro descubrimiento importante fue hecho por Joseph Priestley en 1770, mientras estudiaba las propiedades del gas generado durante la fermentación de la malta. Este gas resultó ser dióxido de carbono que, disuelto en agua, proporcionó una agradable bebida burbujeante: el agua sodada, tan empleada en los refrescos.

En 1779 el joven Humphry Davy inició el estudio sistemático de los gases, que lo llevó a separar un gas asombroso: quien lo respiraba dejaba de percibir sensaciones físicas. Años más tarde, el óxido nitroso responsable de tal efecto fue adoptado por la comunidad médica como un anestésico efectivo en cirugía menor o en la extracción de dientes.

Para cambiar la imagen pública de los químicos

"Esto ni de chiste va a restituir la vieja capa de ozono, te lo aseguro."

Dibujo de Ross; ©1987, The New Yorker Magazine Inc.

Investigación química en el siglo XIX

La investigación básica orientada a la identificación de los elementos químicos desembocó en varios descubrimientos con notables aplicaciones prácticas. Un ejemplo es el descubrimiento de los catalizadores por Johann W. Döbereiner en 1825, cuando hizo pasar una corriente de hidrógeno sobre platino pulverizado: el gas fue consumido en medio de llamas, pero el metal se recuperó íntegramente. En la actualidad, un gran número de nuestras industrias depende de los catalizadores para el desarrollo de procesos de producción eficientes.

Un descubrimiento muy importante fue hecho por Charles Goodyear en 1839, cuando accidentalmente mezcló hule natural y azufre en un horno caliente; el hule vulcanizado resultante generó la industria llantera multimillonaria, que ha logrado que el manejo de los automóviles sea confortable.

Otra contribución importante al beneficio de la humanidad se debe a Jean-Baptiste Boussingault, quien alrededor de 1855 se encontraba dedicado al estudio de la fotosíntesis. Entonces encontró que las plantas no crecen en terrenos carentes de nitratos y fosfatos inorgánicos. Los químicos propusieron inmediatamente el uso de los fertilizantes químicos en lugar de los fertilizantes naturales como el estiércol, que posee un olor desagradable y el peligro potencial de provocar enfermedades infecciosas.

El efecto más trascendental derivado de la investigación química básica de este período se debe a Pierre Marcellin Berthelot, quien preparó moléculas cada vez más complejas en el laboratorio, abriendo el camino a una química nueva: la química de síntesis, que proporciona moléculas que no existen en forma natural. De esta forma, el trabajo de Berthelot hizo ver a los demás químicos que ellos podrían superar a la naturaleza al preparar mejores pigmentos, perfumes, medicamentos.

De hecho, los estudios del alquitrán desarrollados por Justus von Liebig y August W. von Hofmann permitieron a William Henry Perkin sintetizar la quinina a partir de la aliltoluidina. Aunque ahora es obvio que la meta de Perkin era demasiado ambiciosa para su tiempo, su trabajo condujo a la preparación de un material morado que resultó un colorante sintético formidable, y que dio pie a la siempre floreciente industria de los pigmentos artificiales. Años más tarde, a partir de la síntesis de la cumarina, también realizada por Perkin (1868), se constituyó el principio de la industria de los perfumes sintéticos. El descubrimiento de la acción antibiótica de los pigmentos abrió las puertas a la fabricación de medicamentos sintéticos que produjo el desarrollo de la industria farmacéutica alemana.

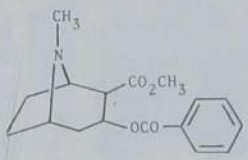
Otra contribución importante en el campo de la medicina fue conseguida inesperadamente por Wilhelm K. Röntgen, quien en 1895 descubrió los rayos X mientras buscaba descubrir nuevos elementos isotópicos a través del bombardeo de metales pesados con electrones.

La investigación química en el siglo XX

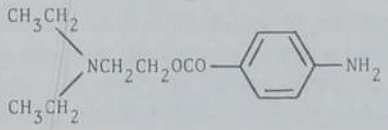
Con el siglo XX se abrió un nuevo capítulo en la historia de la búsqueda de nuevos materiales por el hombre que podemos llamar la era de los plásticos. Todo comenzó con el descubrimiento fortuito de Leo Baekeland, en 1909, del primer polímero sintético de utilidad, mientras experimentaba con fenol y formaldehido tratando de preparar un nuevo tipo de barniz. El material resultante fue un plástico dúctil, inerte y termoestable, conocido como baquelita en honor a su descubridor y tiene muchas aplicaciones como agente aislante y adhesivo.

Curiosamente, es muy probable que la baquelita hubiese sido preparada 40 años antes por Adolf von Baeyer, quien decantó y desechó el material resinoso que había obtenido al mezclar con calentamiento fenol y formaldehido.

A principios del siglo XX se despertó un gran interés entre los químicos orgánicos en la síntesis total de moléculas cada vez mas complejas. En una proeza técnica, Richard Willstätter logró preparar cocaína en 1923. Este potente anestésico posee un segmento bicíclico muy frágil, que condujo al diseño de otros derivados más simples y al mismo tiempo más activos, tales como la novocaína.

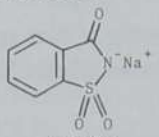


cocaína

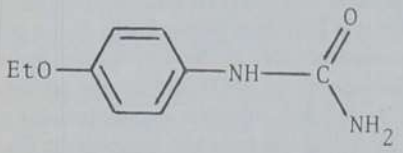


novocaína

Cabe señalar que existen muchas sustancias con actividad biológica para las que, sin embargo, no es posible predecir su actividad a partir de su estructura química. Por ejemplo, la sacarina y la dulcina son dulcificantes que no guardan ninguna relación estructural con la sacarosa, el componente de sabor dulce en el azúcar.



sacarina



dulcina

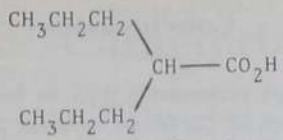
La sacarina fue descubierta mientras Ira Remsen y Constantine Fahlberg estudiaban los derivados obtenidos de la oxidación de los ácidos toluensulfónicos, en 1878. En esa época era común probar todos los compuestos nuevos que se obtuvieran en el laboratorio, y esta costumbre permitió encontrar un sustituto muy eficaz del azúcar natural.

La dulcina también fue descubierta por accidente cuando Joseph Berlinerblau se encontraba desarrollando los estudios químicos básicos de la p-fenetidina.

Una ilustración excelente de la manera en la que la investigación básica conduce a aplicaciones con utilidad práctica es la historia del descubrimiento de la fisión nuclear por O. Hahn y F. Strassmann. Este fue un trabajo que se inició con el objeto de preparar y estudiar nuevos elementos sintéticos y culminó con la era de la energía atómica. Efectivamente, el aislamiento y la identificación de los elementos "raros", el polonio y el radio, por Pierre y Marie Curie, desembocó en el descubrimiento de las reacciones de transmutación y de la radiactividad artificial, así como en el descubrimiento de partículas subatómicas tales como el neutrón. Toda esta actividad culminó con el descubrimiento de la fisión nuclear en 1939 y con la producción de la bomba atómica en 1945. Por supuesto, la influencia de esta área de la química continúa expandiéndose en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, en el uso industrial y agrícola de los radioisótopos, en la tecnología de la computación, entre otras.

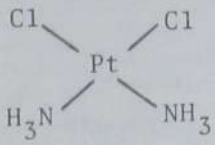
El descubrimiento del efecto del ácido valproico contra la epilepsia es un ejemplo curioso de la casualidad en la investigación farmacéutica. Las propiedades antiepilépticas del ácido valproico fueron descubiertas en 1963 por Pierre Eymard, quien había sintetizado una serie de derivados de la khelina. Los estudios farmacológicos de estos compuestos se vieron dificultados por su insolubilidad en el agua y en los disolventes normales, de modo que fueron disueltos en ácido di-n-propilacético (ADP) también conocido como ácido valproico, un disolvente relativamente inocuo; los estudios que siguieron mostraron una alta efectividad en contra de los ataques epilépticos inducidos. Al observarse que una solución de una cumarina inerte disuelta en ADP también protegía a los conejos de los ataques epilépticos, se llevó a cabo un estudio del disolvente mismo, que en 1967 resultó en la comercialización del ADP como agente antiepiléptico.

Otro ejemplo es el agente anticanceroso llamado cisplatino, un fármaco basado en el platino descubierto en 1968 por Barnett Rosenberg, quien



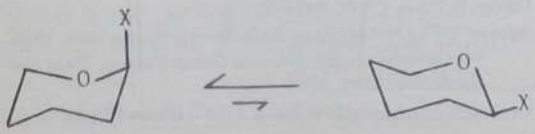
ADP (ácido valproico)

montó un experimento para determinar si una corriente eléctrica podría inhibir la reproducción bacteriana. Efectivamente, las bacterias dejaron de reproducirse, pero inexplicablemente, al apagar la corriente, las bacterias continuaron sin reproducirse. A esta observación siguieron muchos experimentos hasta que se descubrió que el efecto tenía algo que ver con los electrodos de platino empleados y no con la corriente eléctrica. Finalmente se probó al cisplatino, un compuesto conocido desde 1845, aunque su actividad biológica no había sido descubierta. Como resultado, el cisplatino se utiliza hoy en todo el mundo como agente anticanceroso.

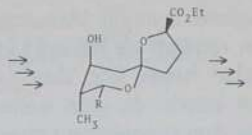


cisplatino

Cuando J.T. Edward y R.U. Lemieux descubrieron a fines de los años cincuenta lo que se conoce ahora como el "efecto anomérico", nunca sospecharon el enorme impacto que esta contribución en el área del análisis conformacional tendría sobre la química orgánica sintética y sobre la química medicinal. El efecto anomérico se define como la tendencia mostrada por los sustituyentes en una molécula de un anillo piranoide para ocupar la orientación opuesta al plano del anillo cuando están en el carbono vecino al oxígeno; nada parecería mas alejado de una aplicación práctica, a primera vista.

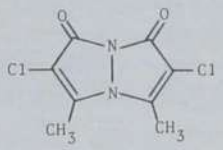


Sin embargo, se ha encontrado que el efecto anomérico es muy común en la química orgánica y en la bioquímica. Entre otras cosas, su aprovechamiento ha permitido la síntesis altamente estereoselectiva de antibióticos como la monensina y productos naturales.



monensina

Otro curioso caso de una "chiripada" en la investigación química es el que le pasó a Edward M. Kosower: al entrar a su laboratorio de noche, con las luces apagadas, Kosower notó una mancha fluorescente en el piso cercano a la mesa de trabajo donde uno de sus estudiantes estaba dedicado a la preparación del ácido 2-octadecinoico. Ocurrió que un poco de la mezcla de reacción había caído al piso; en vez de simplemente solicitar que se limpiase bien el laboratorio, Kosower pidió a su estudiante identificar el compuesto fluorescente. Este pudo ser aislado y caracterizado como el bimano, una molécula fluorescente de gran utilidad en marcaje de moléculas de importancia en biología.



bimano

Los estudios fundamentales de la luz ocupaban a T.H. Maiman en 1960, cuando inventó un aparato que podía emitir ondas luminosas, las cuales poseían la misma frecuencia. Este fue el primer laser (light amplification by stimulated emission of radiation) que los químicos adaptaron a sus estudios de espectroscopía Raman, infrarroja, de absorpción multifotónica y de cinética química. Este tipo de investigación básica condujo a varias aplicaciones en muchos campos como son las comunicaciones, la cirugía, la holografía, etc.

Todo parece indicar que la investigación básica encaminada al aislamiento y al estudio de las propiedades de los gases nobles desembocará en las aplicaciones más extraordinarias. En 1911 Kamerlingh Ohnes estaba midiendo la resistencia eléctrica del mercurio a la temperatura del helio líquido (4.2 K) cuando descubrió que tal resistencia desaparecía completamente. Sin resistencia el mer-

curio puede conducir indefinidamente una corriente eléctrica sin requerir de trabajo externo. ¡La superconductividad había sido descubierta! Actualmente hay un estado de gran excitación en esta área porque se han desarrollado nuevos materiales que permiten la superconductividad a temperaturas mayores a las del punto de ebullición del nitrógeno líquido (77 K o –196 °C). El acceso a los superconductores enfriados con nitrógeno líquido dará un ímpetu tremendo a la industria eléctrica, electrónica, del transporte. Por ejemplo, líneas eléctricas superconductoras podrían acarrear la corriente eléctrica cientos de kilómetros sin pérdidas disipativas. Los microchips superconductores permitirán el desarrollo de supercomputadoras más pequeñas y más poderosas puesto que estos microprocesadores no generarán calor se pueden empacar en un espacio más reducido. En el área de la transportación, los ingenieros trabajan ya en el desarrollo de trenes que literalmente volarán a 500 kilómetros por hora, flotando sobre los rieles en una nube de fuerza magnética sin fricción. También en medicina podrán emplearse nuevos imanes superconductores en la fabricación de instrumentos de resonancia magnética nuclear más económicos y poderosos, por ejemplo del tipo empleado en la obtención de imágenes de los tejidos y órganos en el cuerpo humano.

Muchos adelantos que mejoran nuestra vida cotidiana son resultado de descubrimientos realizados mientras se llevaban a cabo proyectos de investigación en química básica.

Conclusiones

Los ejemplos presentados aquí se han originado gracias a que los científicos tenían el propósito de explorar lo desconocido, sin otra razón que la curiosidad científica. La conversión de los hallazgos del laboratorio a una tecnología práctica fue posible porque el investigador mantuvo su mente alerta durante el desarrollo de su trabajo; en palabras de Pasteur: "La casualidad está del lado de una mente preparada".

Pero para que la casualidad florezca, es importante poseer la libertad de abordar la investigación fundamental que puede traducirse en aplicaciones futuras. Y la libertad tiene un precio. El apoyo financiero no es un desperdicio de recursos, como podrían pensar algunos, sino una inversión para el mejoramiento de la calidad de nuestra vida diaria.

Bibliografía

Woodburn, J.H. *Taking Things Apart and Putting Things Together*, American Chemical Society: Washington, D. C., 1976.

Asimov, I. *The Search for the Elements*; Basic Books: Nueva York, 1962.

Asimov, I. *Biographical Encyclopedia of Science and Technology*; Doubleday: Nueva York, 1972.

Steiner, R. *J. Chem. Educ.* **63** (1986) 594.

Goldsmith, R.H. *J. Chem. Educ.* **64** (1987) 954.

Parker, S.P., Ed. *McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry*; McGraw-Hill: Nueva York, 1983.

Kauffman, G.B. *Educ. Chem.* **19** (1982) 168.

Young, G. *National Geographic* **164** (1983) 686.

Kauffman, G.B., Cowan, D.O. *Inorg. Syn.* **7** (1963) 239; Kauffman, G.B. *Current Contents: Physical, Chemical & Earth Sciences*. Feb. 8, 1988.

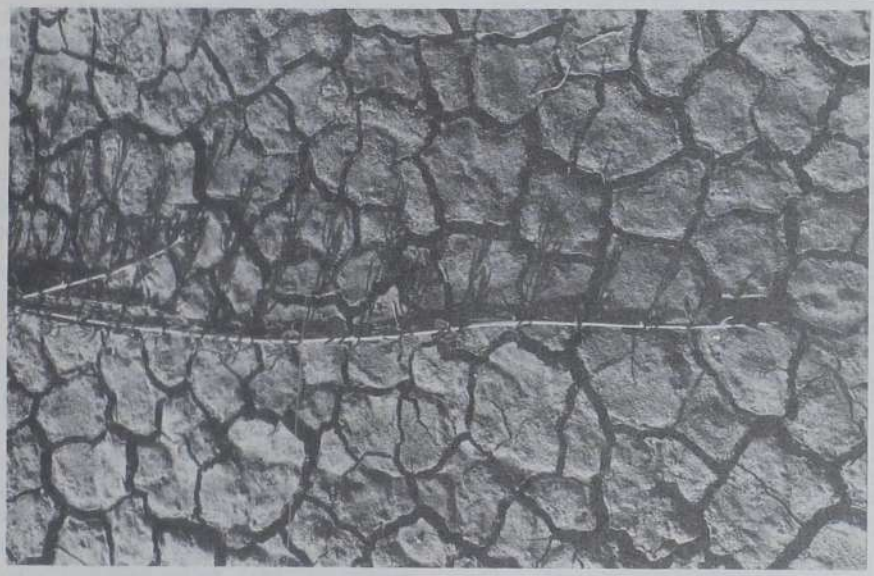
Davies, R. *Educ. Chem.* **9** (1972) 92.

Asimov, I. *The Noble Gases*; Basic Books: Nueva York, 1966; hay edición en español; *Los Gases Nobles*; Plaza and Janés: Barcelona, 1982.

Dagani, R. *Chem. and Eng. News* (1987) (Mayo 11), 7.

Caracterización de la superficie de los sólidos

El estudio de sistemas con una alta relación de su superficie a su volumen —como la piel, las hojas de los árboles, las alas de los aviones, los transistores— ha contribuido a un número muy importante de aplicaciones tecnológicas.



Mario H. Farías Sánchez

Superficie *vs.* volumen

Es notable el poco interés que normalmente ponemos en una característica de algunos objetos con que nos encontramos frecuentemente y que tienen una area superficial grande comparada con su volumen. Sin embargo, esta característica es mucho más común e importante de lo que sospecharíamos a primera vista.

La naturaleza nos presenta una gran variedad de sistemas en los cuales la superficie juega un papel activo preponderante. Estos sistemas con una alta relación superficie a volumen (S/V) han sido de importancia tanto en la evolución como en nuestras vidas. Encontramos ejemplos en cosas tan comunes como las hojas de los árboles, las flores, el coral, el caparazón de muchos animales; en el cuerpo humano tenemos, el cerebro, los intestinos, la piel, el estómago, los huesos, etc. Por otro lado, en la vida diaria y por el desarrollo de la tecnología, también el hombre ha necesitado de sistemas con una alta relación S/V como las hojas de papel,

El Dr. Mario H. Farías Sánchez es ingeniero mecánico electricista del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Guadalajara, Jal., y maestro y doctor en ciencias (Física) del CINVESTAV. Su campo de investigación es la física experimental de superficies e interfaces. Actualmente es investigador titular del Laboratorio de Ensenada del Instituto de Física de la UNAM. Dirección Postal: Apartado postal 2681, Ensenada, BC 22800.

La catálisis

Se denomina catálisis a la modificiación de la velocidad de una reacción química provocada por una substancia (catalizador) que permanece intacta al final de la reacción. La catálisis es un factor clave para la producción de telas, nutrientes, combustibles, fármacos, y en general de toda la industria química. También, es una característica fundamental de los procesos de la vida. Ocupa un papel central en el desarrollo de métodos mejorados para combatir la contaminación ambiental y la corrosión, y en la necesidad social del mejoramiento de la calidad de la vida. Los catalizadores son materiales que aumentan la velocidad para alcanzar el equilibrio en una reacción química, al final de la cual el catalizador puede ser recuperado y el estado de equilibrio es el mismo que se hubiera alcanzado eventualmente sin el catalizador. En vista del debate que existe acerca de su naturaleza y variedad de manifestaciones, la catálisis provoca un gran interés científico y en particular de la física de superficies.

las telas, las láminas metálicas, los polvos y granulados, los circuitos integrados, las membranas, las bocinas, las cajas, las botellas, los techos y las paredes de las casas, las carreteras, los campos de cultivo agrícola, las alas de los aviones, etc.

Cuando una lámina metálica se expone al medio ambiente por un tiempo largo, especialmente si hay humedad, ocurre un proceso de corrosión que termina por desbaratarla y convertirla en polvo. En un circuito integrado, si no se siguen ciertas precauciones bien definidas durante su preparación, ocurren reacciones químicas entre las diversas capas de espesor microscópico que van degradando al dispositivo y lo inutilizan. Las reacciones químicas que se llevan a cabo en las grandes plantas petroquímicas para procesar el petróleo crudo y convertirlo en una gran variedad de derivados involucran el uso de catalizadores, que son materiales sólidos complicados y preparados de una manera muy especial. Estos tres ejemplos tienen un factor en común: la importancia que tiene la superficie de los materiales involucrados. En todos los casos hay reacciones químicas que ocurren precisamente en la superficie de los sólidos. La forma y rapidez con que se lleven a cabo estas reacciones determinarán la duración de una lámina, por ejemplo de un automóvil o de un barco, o la estabilidad de los circuitos de una computadora, de un teléfono o de un televisor, o también la calidad de uno de los miles de productos derivados del petróleo como la gasolina o los plásticos.

Podemos clasificar la superficie de un metal expuesta al aire como la interfaz entre un gas (el aire) y un sólido (el metal). Así, también podemos tener interfaces entre un líquido y un sólido, como puede ser un objeto sumergido en el mar, o interfaces entre un sólido y otro sólido, como la unión entre una soldadura metálica y un metal. Esta clasificación nos permite hablar en general de la región que une a cualquier pareja de materiales en contacto.

El efecto fotoeléctrico

En 1905 Albert Einstein enunció una teoría cuántica sobre el efecto fotoeléctrico descubierto por H.R. Hertz en 1887. Este efecto consiste en la emisión de electrones de superficies de metales cuando se les hace incidir un haz de luz. En su teoría, Einstein supuso que los paquetes de energía (o fotones), que habían sido propuestos por Planck para explicar la radiación electromagnética del cuerpo negro, viajaban como paquetes en el espacio a la velocidad de la luz, y que en el proceso fotoeléctrico se absorbía completamente un fotón por algún electrón de la superficie del metal. Esto implicaba que la energía de los electrones emitidos (o fotoelectrones) debería ser proporcional a la energía de los fotones incidentes, resultado que fue confirmado por Millikan en 1916. Este principio se usa hoy en día en la espectroscopía fotoelectrónica por rayos X y luz ultravioleta, que permite conocer la composición química de una superficie, así como el enlace químico entre los elementos.

Física de superficies

Quizá el interés del hombre por el estudio sistemático de las superficies de los sólidos y los fenómenos que pueden ocurrir por su interacción con gases se inició en 1833, cuando Michael Faraday dirigió su atención hacia un fenómeno misterioso en donde la presencia de platino podía inducir la reacción de hidrógeno con oxígeno (para formar agua) muy por debajo de su temperatura de combustión normal. Esto le inspiró a diseñar una serie de experimentos que lo condujeron a proponer una teoría cualitativa acerca de la acción catalítica (un término usado por primera vez en 1836 por Berzelius), la cual es válida hasta la fecha.

A principios del siglo XX, Irving Langmuir, después de estudiar el comportamiento de gases a presiones bajas en presencia de superficies de metales muy calientes, inventó la lámpara incandescente de tungsteno llena con nitrógeno (que se convirtió luego en los focos que tanto usamos actualmente). Los esfuerzos de Langmuir durante varias décadas permitieron que se reconociera a la ciencia de superficies como una disciplina de investigación importante y muchos de los conceptos básicos de esta ciencia recibieron nombres acuñados por él. Otras contribuciones fundamentales fueron la explicación del efecto fotoeléctrico hecha por Albert Einstein (por la cual le otorgaron el premio Nobel), y la de Clinton Davisson y Lester Germer que confirmaron la naturaleza ondulatoria de los electrones con sus experimentos de difracción de electrones en superficies de cristales.

Posteriormente se inició un periodo de investigaciones teóricas y experimentales que definieron varias direcciones importantes de trabajo subsecuente acerca de los fundamentos de la física de las superficies. Entre otros descubrimientos, el del transistor en 1948 generó un interés sin precedente en la investigación fundamental de las superficies de los sólidos, especialmente de los materiales semiconductores.

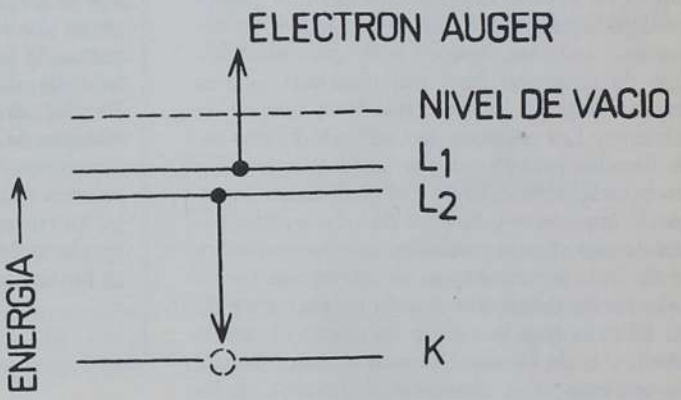
La física de superficies recibió un impulso importante al final de la década de los años 60 debido a varios eventos que ocurrieron en una forma casi simultánea. El descubrimiento de la espectroscopía de electrones, en particular la espectroscopía Auger, permitió la determinación de las especies químicas presentes en la superficie de los sólidos hasta en cantidades de fracciones de monocapa atómica. Por otro lado, la tecnología relacionada con el programa espacial permitió el desarrollo comercial de cámaras de ultra alto vacío, de manera que fue posible mantener limpia la superficie de una muestra (a nivel atómico) por el periodo de tiempo necesario para su análisis. Con esto pudieron llevar a cabo experimentos controlados en superficies de sólidos bien caracterizados; además, se hicieron comparaciones con predicciones teóricas debido a que se extendió la teoría atómica y de estado sólido a las propiedades de las superficies. El análisis de superficies empezó a tener éxito en la solución de problemas de interés práctico.

La naturaleza ondulatoria de los electrones

C. Davisson y L. Germer realizaron en 1927 una serie de experimentos con los cuales se verificó la naturaleza ondulatoria de los electrones. El dispositivo utilizado consistía en un tubo de vidrio al vacío en donde un haz de electrones, con una energía baja y bien definida, incide sobre la superficie de un cristal de níquel. Los electrones dispersados se captan con un detector colocado detrás de un diafragma que permite colectar sólo aquellos que no han perdido energía o son elásticamente dispersados y que se pueden mover alrededor del cristal. Se utiliza una energía de aceleración de los electrones de tal forma que la longitud de onda asociada, de acuerdo con el postulado de De Broglie, sea comparable con la separación interatómica de la superficie. El número de electrones como función del ángulo de dispersión muestra claramente máximos para un voltaje fijo, los cuales sólo pueden ser explicados como un efecto de difracción, que es una característica fundamental de los fenómenos ondulatorios.

La espectroscopía electrónica Auger

La espectroscopía electrónica Auger es la técnica más ampliamente usada para estudios de la composición de la superficie de los sólidos. Permite detectar todos los elementos, excepto hidrógeno y helio, con una sensibilidad hasta de 0.1 por ciento de monocapa atómica y es posible cuantificar la concentración relativa de los elementos presentes con un error (que depende de varios factores) típicamente del 20%. Como fuente de excitación se usa un haz de electrones, aunque también se pueden usar iones o rayos X, con energía entre 1 000 y 5 000 eV y la medición se hace a través de la colección y análisis en energía de los electrones que surgen de la muestra como resultado de dicha excitación. Entre los electrones colectados, están los que provienen de la transición atómica Auger, la cual ocurre sólo a ciertas energías características de cada elemento. El proceso Auger requiere que se ionice el nivel interno de un átomo, después de lo cual otro electrón de un nivel superior (menos ligado) puede desexcitar al átomo y entregar la diferencia de energía a un tercer electrón, que es llamado electrón Auger, y que puede ser expulsado al vacío sin pérdida de energía si está muy cerca de la capa de átomos más superficial. El proceso está esquematizado en la figura anexa. Los electrones que provienen de las transiciones Auger se realzan del resto de los electrones mediante la derivada del espectro; para cuantificarlos se comparan las amplitudes correspondiente a los diferentes elementos y se consideran las sensibilidades relativas tomadas de materiales patrones. Se pueden obtener también perfiles de concentración como función de la profundidad bombardeando la superficie simultáneamente con un haz iónico, típicamente Ar^+, con energías entre 500 y 2000 eV, lo cual remueve de una manera secuencial el material de la superficie y permite ir analizando la nueva superficie expuesta.



Perspectivas

En la década que estamos por terminar se realizó una evolución significativa de la física de superficies, notándose un gran progreso en aspectos experimentales y teóricos. Sin embargo, en muchos casos aún faltan principios fundamentales y una unificación de temas para poder considerar a la física de superficies como una ciencia madura. La próxima década será testigo de avances notables en esta ciencia porque cada vez hay más interés por parte de la comunidad científica. Esto se refleja en el aumento en el número de miembros de las sociedades relacionadas con la física de las superficies, en la gran cantidad de compañías dedicadas a producir y vender equipos de análisis de superficies y en las explicaciones cada vez más completas y unificantes de problemas tanto puramente académicos y con aplicación a largo plazo, como aquellos provenientes directamente de las industrias cuya

La tecnología del vacío

La tecnología del vacío es el estudio sistemático de las ideas científicas y la aplicación de esos principios a la producción de ambientes prácticos con presión reducida. El vacío es un espacio al cual se le ha removido aire o algún otro gas. En la práctica sabemos que no es posible evacuar completamente todo el gas contenido en un recipiente; según la fracción de gas que se haya removido será la presión del recipiente. Un vacío bajo se encuentra en dispositivos cuyo objeto es establecer una diferencia de presión, y se usa para sostener, levantar, transportar, dar forma, en grúas neumáticas, en aspiradoras, etc. En un vacío medio, donde la densidad molecular es baja, se busca: (a) remover los constituyentes atmosféricos activos y se usa en lámparas, para fundido, recocido, empaquetamiento, encapsulado y detección de fugas; (b) remover gas disuelto (ocluido) y se usa para secar, deshidratar, concentrar, desgrasar, liofilizar, impregnar; y (c) disminuir la transferencia de energía, para aislamiento térmico, eléctrico, en microbalanzas de vacío y simulación espacial. El alto vacío, donde existe un camino libre medio grande y cuyo propósito es evitar colisiones entre moléculas, se usa en tubos electrónicos, rayos catódicos, televisiones, fotoceldas, fotomultiplicadores, rayos X, aceleradores, anillos de almacenamiento, espectrómetros de masas, en separación isotópica, en microscopios electrónicos, soldadura por cañón electrónico, recubrimientos por evaporación, y destilación molecular. En un ultra alto vacío, donde el tiempo de formación de una capa atómica sobre una superficie (monocapa) es grande, se pueden obtener superficies limpias. Se usa para estudios de fricción, adhesión, de emisión, y pruebas de materiales, dispositivos y equipo que deberán funcionar en el espacio extraterrestre.

Camino libre medio y otros parámetros como función de la presión para el aire a 25°C.

Presión (Torr)	Densidad molecular (molec./cm^3)	Tasa de incidencia molecular (molec./cm^{2}seg)	Camino libre medio (cm)	Tiempo para formar una monocapa (seg)
760	2.5×10^{19}	2.9×10^{23}	6.7×10^{-6}	2.9×10^{-9}
1	3.3×10^{16}	3.8×10^{20}	5.1×10^{-3}	2.2×10^{-6}
10^{-3}	3.3×10^{13}	3.8×10^{17}	5.1	2.2×10^{-3}
10^{-6}	3.3×10^{10}	3.8×10^{14}	5.1×10^{3}	2.2
10^{-9}	3.3×10^{7}	3.8×10^{11}	5.1×10^{6}	2.2×10^{3}
10^{-12}	3.3×10^{4}	3.8×10^{8}	5.1×10^{9}	2.2×10^{6}
10^{-15}	3.3x10	3.8×10^{5}	5.1×10^{12}	2.2×10^{9}

aplicación es inmediata y que cada vez son más abundantes.

Actualmente, se puede echar mano de una gran cantidad de técnicas de análisis de superficies que permiten estudiar una gran variedad de muestras. Las técnicas actuales de análisis de superficies permiten conocer la composición química, el tipo de enlace entre átomos, el arreglo cristalográfico, la concentración isotópica, la densidad de estados electrónicos, etc. Cada una de las técnicas proporciona cierta información y el uso combinado de va-

rias de ellas permite una caracterización bastante completa del problema en cuestión. Los resultados del análisis se usan en la industria para el control de calidad y de procesos, en el análisis de fallas, en el desarrollo de dispositivos y en muchas otras áreas en industrias de semiconductores, petroquímica y metalúrgica.

Desde los años 70 se inició en México y en América Latina la investigación en el area de física de superficies. Actualmente hay varios grupos activos y bien consolidados en varios países. En Brasil y en México se cuenta con sociedades que agrupan a los interesados, las cuales realizan congresos anuales específicos del campo para favorecer la interacción entre sus miembros. Tal es el caso de la "Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies y del Vacío", que se inició en 1981, y que además lleva a cabo otras actividades como cursos cortos y talleres de investigación.

Agradecimientos

Agradezco al Dr. Leonel Cota Araiza por la lectura crítica del manuscrito.

Bibliografía

Casper, L.A. y Powell, C.J., "Industrial Applications of Surface Analysis", *ACS Symp. Series* **199**. Am. Chem. Soc., Washington, 1982.

Gehrenbeck, A.K., "Electron Diffraction: Fifty Years Ago", *Phys. Today* **31** (1978) 34.

Roth, A., *Vacuum Technology*, North-Holland, Amsterdam, 1982.

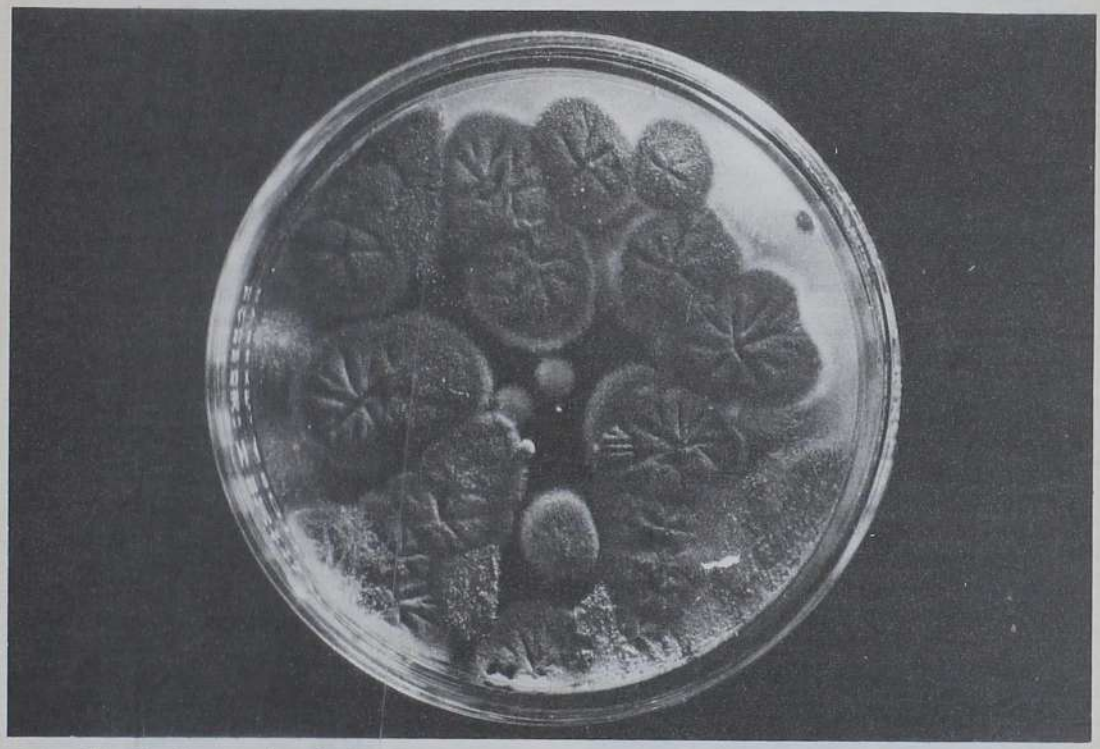
Somorjai, G.A., *Chemistry in Two Dimensions: Surfaces*, Cornell Univ. Press, New York, 1981.

Williams, L.P., *Michael Faraday*, Chapman & Hall, London, 1965.

Zangwill, A., *Physics at Surfaces*, Cambrigde University Press, Cambridge, 1988.

Micotoxinas en el bajío guanajuatense

Las micotoxinas son substancias que contaminan granos básicos y alimentos procesados. Pueden originar reacciones tóxicas e incluso la muerte en el hombre y animales de granja. En las cosechas de maíz del bajío guanajuatense se han encontrado, por fortuna, incidencias muy bajas de estas toxinas.



Doralinda Guzmán de Peña

Las micotoxinas son substancias producidas por hongos que pueden originar reacciones tóxicas e incluso la muerte cuando son ingeridas por animales superiores.[1] Los hongos capaces de producir estas substancias crecen comúnmente durante el almacenamiento de los granos y alimentos, siendo los géneros más conocidos como productores de micotoxinas: *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

Hasta ahora se han identificado en forma experimental cerca de 90 micotoxinas (tabla 1). El grupo de toxinas conocido como aflatoxinas es el más estudiado ya que se ha comprobado, experimentalmente, que la aflatoxina B1 es uno de los agentes carcinogénicos más potentes que existe en

La M. en C. Doralinda Guzmán de Peña es química bacterióloga parasitóloga de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y maestra en ciencias (Fitopatología) de la Universidad de Cornell, EUA. Su campo de investigación es la presencia de aflatoxinas, zearalenonas y ocatoxinas en diferentes granos. Actualmente es profesora auxiliar de la Unidad Irapuato del CINVESTAV. Apdo. Postal 629. Irapuato, Gto.

Tabla 1. Micotoxinas generadas experimentalmente por los tres géneros productores más conocidos.

Aspergillus	*Penicillium*	*Fusarium*
Sterigmatocistina	Rubratoxina	Diacetoxiscerpenol
O. Metilsterigmatocistina	Patulina	T-2 toxina (alrededor de 60)
Aspertoxina	Puberulina	
Ochratoxina A	Ac. Ciclopiazonico	Nivalenol
Citocalasina	Penitrem A, B	Fusarenona
Oxalato	Regulosina C	Moniliformina
Ac. Aspergílico	Ac. Penicílico	
Palmotoxinas B	Citrinina	Butenolide
Ac. Kojoco	Citreoviridina	Zearalenona
Malformina A	Griseofulfina	
Aflatrem	Ciclorotina	
Viriditoxina	Luterozkirina	
Aflatoxina	Ac. Secalonium D.	
Maltoryzina	Ac. Micofenólico	

la naturaleza. Además, esta substancia puede originar mutaciones (mutagénica) y cambios morfológicos (teratogénica) cuando es ingerida por animales en periodo de gestación. Debido a estas características, la presencia de aflatoxinas y otras micotoxinas en los alimentos representa un riesgo potencial para la salud humana y animal.[2]

Las micotoxinas que contaminan alimentos en condiciones naturales afortunadamente son sólo diez (tabla 2). Las aflatoxinas, la zearalenona, los tricotecenos y las ochratoxinas son las más frecuentemente relacionadas con casos de intoxicación en humanos y animales[3] como se observa en las tablas 3 y 4, respectivamente.

Los casos de intoxicación (micotoxicosis) y muerte, relacionados con la ingestión de alimentos contaminados con micotoxinas, se han presentado tanto en países desarrollados como en aquéllos en vías de desarrollo, como se puede observar en las tablas 3 y 4. Este hecho por un lado indica la ubicuidad de la contaminación y por otro lado la falta de un control total de la misma aun en países altamente tecnificados.

Algunos de los síntomas de intoxicación ocasionados por la ingestión de las micotoxinas son: vómito, rechazo al alimento, sensibilidad a la luz, hemorragias, convulsiones, debilidad en las extremidades, excesiva salivación, inflamación de las vías urinarias, inflación hepática y cáncer hepático. En casos extremos pueden ocasionar la muerte.

Síntesis de micotoxinas

Las micotoxinas son sintetizadas durante el metabolismo secundario de los hongos;[4] en el caso de las aflatoxinas, se sintetizan durante la disminución de actividad del ciclo del ácido tricarboxílico. Durante esta disminución, los productos intermediarios se acumulan e inducen al acetil-Co-A a la síntesis de aflatoxinas.[5] El patrón de biosíntesis de estas substancias depende en mucho de las condiciones ambientales a las que se somete el organismo productor. Por ejemplo, Park y colaboradores han encontrado que la cepa de *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 produce más aflatoxinas cuando es preincubada a 25°C de uno a tres días y después sometida a fluctuaciones de temperatura, que cuando se incuba a temperatura óptima constante.[6,7]

De acuerdo con su capacidad toxigénica, las cepas se pueden agrupar en: (i) buenas producto-

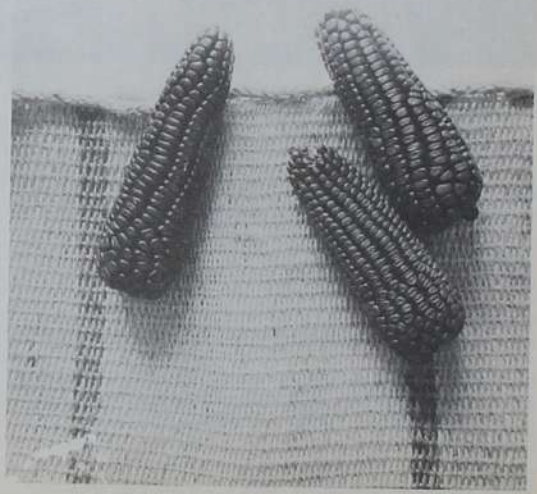


Tabla 2. Ocurrencia natural de micotoxinas en productos agrícolas.

Micotoxina	Alimentos
Aflatoxina	Maíz, nuez, pistaches, cacahuate, soya, semilla de algodón, cebada.
Citrinina	Trigo, cebada, cacahuate.
Ochratoxina A	Maíz, trigo, cebada, avena, arroz.
Vomitoxina	Maíz, trigo, cebada, avena, arroz.
Sterigmatocistina	Trigo, arroz, cacahuate, café.
Zearalenona	Maíz, sorgo, trigo, avena.
Tricoteceno	Maíz, frijol.
Ac. Penicílico	Maíz, cebada.
Sporidesmina	Pastos.
Patulina	Jugos de manzana, sidra.

ras, (ii) de mediana producción y (iii) las de baja producción.[7] La capacidad de síntesis de micotoxinas se presenta sólo en algunas cepas de los géneros de hongos antes mencionados; así, se ha visto que de 169 cepas del grupo *Aspergillus* sólo el 33% de *A. flavus* fueron toxigénicas. Esta síntesis ocurre en diferentes tipos de substratos pero principalmente en granos como cereales (maíz, arroz, cebada, sorgo, trigo), oleaginosas (cacahuate, nuez, pistaches, cártamo), en piensos y alimentos balanceados. Como se ve en la tabla 2 el maíz destaca por ser un excelente substrato para la producción de micotoxinas ya que en condiciones naturales es el grano que más frecuentemente se encuentra contaminado con estas substancias tóxicas.

Investigación de micotoxinas en México

Varias instituciones nacionales desarrollan proyectos de investigación sobre micotoxinas en granos y alimentos (tabla 5). Los principales temas abordados son: (1) ocurrencia de micotoxinas, como aflatoxinas y zearalenona en diferentes alimentos; (2) desarrollo de la metodología para la más adecuada detección de estas substancias; (3) efecto de las micotoxinas sobre el crecimiento y el sistema inmunológico de animales de granja; (4) producción de estándares de aflatoxinas.

Tabla 3. Micotoxinas relacionadas con casos de intoxicacion en humanos.

Micotoxinas	Efectos	Alimentos	País
Aflatoxina	Cáncer hépatico	Arroz	Uganda
	Hepatitis	Cacahuate	Kenia
	Muerte	Maíz	Asia del Sur
	Síndrome de reyes	Arroz	Asia del Sur
Ochratoxina	Nefropatia-Balcánica		Yugoslavia Rumania Bulgaria
Tricotecenos	Hemorragias y convulsiones	Arroz	URSS

En el caso particular de la Unidad Irapuato del CINVESTAV, los estudios de incidencia de aflatoxinas de maíz recién cosechado en el bajío guanajuatense han demostrado[8] que en esta región no se produjeron aflatoxinas en la cosecha 82-84. Por lo contrario, en maíz almacenado en forma rural durante seis meses se demostró la presencia de aflatoxinas en un 10% de las muestras analizadas.[9] Cabe hacer notas que los resultados obtenidos en el bajío guanajuatense contrastan enormemente con lo que ocurre en los EUA, en donde la incidencia de *A. flavus* y aflatoxinas es generalmente alta[10] en años

Tabla 4. Micotoxinas relacionadas con casos de intoxicación animal.

Micotoxina	Efecto	Especie	País
Aflatoxina	Baja eficiencia alimentaria, inmuno supresión, muerte	Caballos, vacas lecheras	EUA URSS
	Proliferación en ductos viliares, baja producción. Depresión sistema inmune	Cerdos Aves	EUA
Zearalenona	Abortos	Cerdos	EUA
Sporidesmina	Fotosensibilidad	Borregos	Australia

Tabla 5. Instituciones que realizan investigación en el campo de micotoxinas en México.

Universidad Nacional Autónoma de México	Instituto de Biología, Facultad de Veterinaria.
Universidad de Querétaro	
Universidad de Sonora	Sección de Alimentos.
Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Iberoamericana	
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	CENID-Microbiología.
Centro de Investigación y Estudios Avanzados. Unidad Irapuato	Laboratorio de Micotoxinas

con condiciones ambientales propicias (tabla 6). Es probable que la diferencia en los resultados se deba principalemente al tipo de maíz sembrado. En los EUA es muy común que se utilicen únicamente una o dos variedades de maíz. Esto propicia un sustrato favorable para *Aspergillus*. En cambio en Guanajuato los pequeños y grandes productores utilizan una gran diversidad de tipos de variedades de maíz; esto ofrece un mosaico enorme de microambientes en donde *A. flavus* no ha podido predominar.[11] Existe también la posibilidad de que los diversos tipos de maíz se comporten como sustratos no favorables para la producción de las aflatoxinas.[12] Este comportamiento podría deberse a una "resistencia" del maíz, ya sea a la penetración del hongo o a la producción de aflatoxina una vez que el hongo ha podido colonizar el maíz. Cualquiera que sea la explicación de esta "resistencia", la búsqueda de variedades resistentes de maíz a *Aspergillus* es uno de los enfoques más recientes para tratar de controlar la contaminación de aflatoxinas en los EUA.[13]

Tabla 6. Ocurrencia de aflatoxina en maíz en los EUA.

Lugar	Ocurrencia de aflatoxina (%)	
	1980	1981
Florida	98	90
Georgia	100	100
Carolina del Norte	96	95
Carolina del Sur	100	100
Mississippi	—	100
Indiana	2	25
Ohio	5	23
Tennessee	45	30

En el caso de las instituciones mencionadas (tabla 5), se han realizado estudios de incidencia de aflatoxinas tanto en granos como en alimentos procesados para consumo humano y animal. Sus resultados indican una ocurrencia de aflatoxinas variable, que oscila entre 1 y 100% dependiendo del producto, del año y de la región en estudio.

Como se ve en la tabla 7, uno de los productos alimenticios más estudiado en México es el maíz y sus derivados, ya que representa una de las principales fuentes de alimento: anualmente se consumen alrededor de 248 kg per cápita.[11] Por este motivo se han realizado varios estudios del efecto de la nixtamalización sobre la aflatoxina presente en el maíz. Se ha encontrado que el 62% de la aflatoxina total es inactivada durante este proceso.[15] Estos resultados, aunados a los obtenidos en las encuestas de incidencia, podrían de alguna manera explicar la ausencia de casos de intoxicación humana en México.

Métodos de detección

Todos los estudios desarrollados en el campo de las aflatoxinas han demostrado la gran variabilidad de producción y distribución que estos compuestos presentan, tanto a nivel experimental como en el

Tabla 7. Ocurrencia de aflatoxina en México.

Año	Alimento	No. de muestras	Incidencia (%)	Lugar
1975-76	Tortilla	30	46	D.F.
	Frijol	30	100	D.F.
1978	Maíz	120	12	Puebla
	Frijol	120	1	Puebla
1978	Harina de Maíz Nixtamalizado.	20	35	Monterrey
1978	Balanceado para conejo	20	75	Coahuila Nuevo León
1978	Nuez	28	39	Monterrey
1980	Cacahuate	238	17	D.F.
	Mazapan	238	48	Guadalajara y Monterrey
	Harina de Maíz	96	42	Monterrey
	Fécula de Maíz	41	0	Monterrey
1982	Maíz blanco	41	0	Gto.
1983	Maíz amarillo criollo	9	33	Gto.
1984	Maíz	5	0	Gto.
1984	Leche	110	100	Monterrey
1985	Maíz blanco	42	10	Gto.
1987	Sorgo blanco	120	48	Tamps.
1987	Maíz amarillo	39	42	Tamps.
1988	Maíz blanco	49	10	Chiapas
1988	Maíz	64	0	Durango Chih.
1988	Maíz	26	0	Edo.de México
1988	Fécula de maíz	4	0	Guadalajara
1989	Cacao	10	100	D.F.

monitoreo en los diferentes sustratos comúnmente estudiados.[16] Debido a ello, la estandarización del muestreo, así como los métodos de detección empleados, tienen una especial importancia en el estudio de las micotoxinas.[17]

En la actualidad existen reportados cerca de 500 métodos de detección para aflatoxinas; en particular, el método "Contaminated Branch", de la Association of Official Chemists (AOAC), ha sido reconocido por muchos investigadores como el mejor método.[17] Por otro lado, los métodos basados en anticuerpos monoclonales proporcionan determinaciones prácticas, rápidas y de bajo costo.[17]

En México, la metodología para determinar aflatoxinas y otras micotoxinas, en términos generales, corresponde a métodos presuntivos y cuantitativos; entre los primeros están los de minicolumna de Romer, Shannon, Holaday y Velasco; entre los segundos se han utilizado el Pons *et al.*, Bennet *et al.* y el CB de la AOAC. Sin embargo, no se ha seleccionado "el método" de detección que nos permita comparar resultados entre los grupos dedicados al estudio de estas toxinas. Esta situación determinó que en la Unidad Irapuato del CINVESTAV se efectuara un estudio para evaluar la eficiencia de detección de algunos métodos utilizados en nuestro país.[18] Los resultados indicaron que el método CB de la AOAC es el mejor, tanto en su eficiencia de recuperación como en su implementación en el laboratorio. Estos resultados, aunados a los hallazgos de otros investigadores,[17] permitieron que se seleccionara el método CB para estandarizarlo y adecuarlo a las condiciones prevalentes de trabajo en México. Así se ha logrado el método CB-corto, modificado por Guzmán *et al.*, el cual en esencia es el mismo que se reporta en la AOAC, pero con una precipitación de contaminantes, menor volumen de reactivos y una adecuación que permite realizar 10 muestras por día por analista, con un coeficiente de variabilidad razonablemente bajo.

Durante la adecuación de este método se implementó un protocolo de muestreo y submuestreo[19] que ha permitido obtener una mayor reproducibilidad de los resultados con respecto a la concentración de aflatoxina presente en un lote dado. Este método podría ser el método más práctico y confiable a utilizar; sin embargo, es necesario que los grupos involucrados en el estudio de las aflatoxinas lo reconozcan, lo reproduzcan y lo comparen antes de establecerlo como el mejor método para detección de aflatoxinas en México.

Tabla 8. Normas para el contenido de micotoxinas en alimentos.

Micotoxinas	Nivel máximo permitido ug / kg	Para consumo	Tipo de alimento	País
	5-20	Humano	Maíz Cacahuate	
Aflatoxina B1	20-50	Animal	Maíz	EUA
	300	Animal	Semilla de Algodón	
Aflatoxina M1	0.1-0.5	Humano	Leche	
	200	Infantil	Trigo	Canadá
Deoxiniva-lenol	1000 4000	Animal		y EUA
Ochratoxina	0	Humano	Carne de cerdo, hígado, riñón	Bélgica Dinamarca
Patulina	50	Humano	Zumo de manzana	Noruega Suecia

Conclusiones

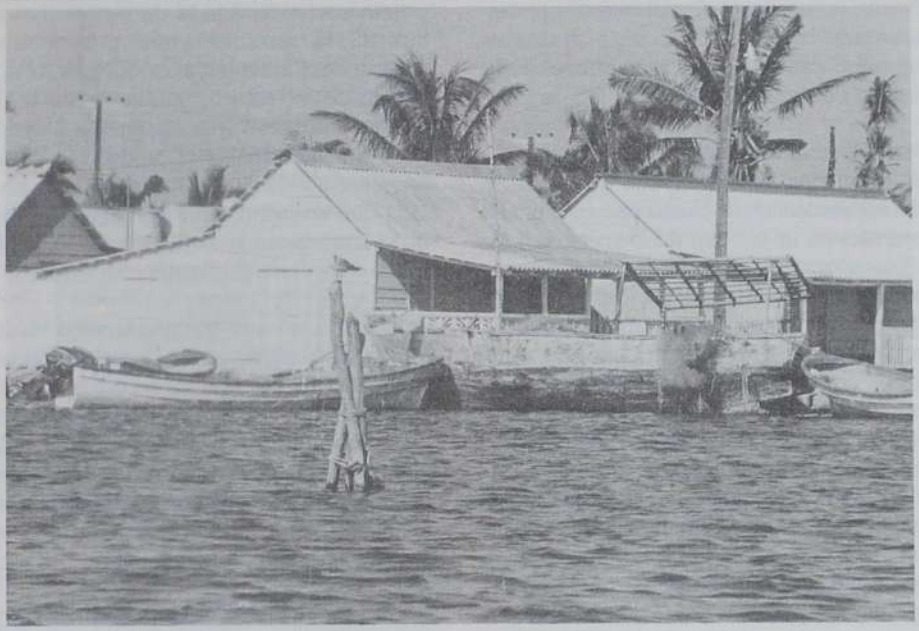
La presencia de las micotoxinas en los alimentos para consumo humano y animal representan un gran riesgo potencial para el hombre, ya que estas substancias pueden afectarlo directa o indirectamente una vez que entran a la cadena alimenticia. Por este motivo varios países han impuesto guías o normas a la presencia de las micotoxinas en alimentos como se ve en la tabla 8. La implementación de estas normas ha conducido al conocimiento de la incidencia de estas toxinas en forma natural y del uso de metodología adecuada, confiable y reproducible. En México es necesario profundizar más en el conocimiento de las micotoxinas, con el principal objetivo de establecer normas que regulen la calidad de los alimentos que se producen o importan en nuestro país.

Referencias

1. Martún, P.M.D. "G105 Tropical products institute" (1976); Marasas, W.F.O. and Van Rensburg, In *Plant disease an advanced treatise* **IV** (1979) 357.
2. Irvin, T.R. en *Aflatoxin in maize*. M.S. Zuber, E.B. Lillehoj y B.L. Renfro (eds.) CIMMYT, México (1987).
3. Wallace, H.A., *Mycotoxin. Teratoogenicity and Mutagenicity* CRC press. Boca Raton Florida, (1981); Diener, U.L., Asquith, L.R. Dickens, J.W., *Southern cooperative series buletin* **279** (1983).
4. Steyn, P.S., *The biosynthesis of mycotooxins*. Academic press, (1980); Buchanan, L.R., D.F. Lewis, *Appl. and Environment. Microbiol.* **48** (1984) 306.
5. Mayura, K.S.C. Basappa and V. Greenuasa, *Food Tech.* **22** (1985) 130.
6. Park, K.Y. and L.B. Bullerman. *Food Sc.* **46** (1981) 1147; *Science* **46**:1147-1150.
7. Leaich, L.L., and Papa, K.E., *Mycopathologia et Mycologia, App.* **52** (1974) 223.
8. Guzman de Peña, D., Mathieu L. y Peña Cabriales, *J.J. Rev. Latinoam. Microbiol* **37** (1985) 249; Anguiano, R.G.L., Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Celaya.
9. Guzman de Peña, D., Anguiano, R.G.L. (en preparación).
10. Nichols, T.E. Jr. en *Aflatoxin in maize*, Zuber, M.S., E.B. Lellehoj y B.L. Renfro, (eds.) CIMMYT, México (1987); Lillehoj, E.B., *Bull. 279*. Alabama Agricultural Experiment Station, (1981).
11. Thurston, H.D. and Glass, E.H. *Plant. protection in developing countries: alternative strategies*. World Food issues series (1979).
12. Zuber, M.S., Calvert, O.H., Kwolek, W.F., Lellehoj, E.B. and Kang, M.S., *Phytopathology* **68** (1978) 1346; Privadarshini, E. and P.G. Tulpele, J. *Agric. Food Chem.* **26** (1978) 249; Anguiano, R.G.L. y Guzmán de Peña D. en *Aflatoxin in maize*, Zuber, M.S., E.B. Lellehoj y B.L. Renfro (eds.) CIMMYT,México (1987).
13. Widstrom, N.W., en *Aflatoxin in maize*, Zuber, M.S., E.B. Lellehoj y B.L. Renfro (eds.) CIMMYT, México, (1987).
14. INCA Rural. *Impacto del crédito oficial en la producción y productividad del maíz*. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario. SARH (1983).
15. Rosiles, M.R., *1979. Veterinaria Méx.* **37** (1979); Machorro, V.L. y Valdivia, L.A., *Tecnol. aliment.* **19** (1984); Arriola Ma. del Carmen, Porres de E., Cabrera, S., Zepeda M., y Rol. C., *J. Agric. Food, Chem.* **65** (1988) 15 .
16. Whitaker, T.B. and J.W. Dickens. *Am. Oil Chem. Soc.* **56** (1979) 789.
17. Wilson, D.M., en *Aflatoxin in maize*, Zuber, M.S., E.B. Lillehoj y B.L. Renfro (eds.) CIMMYT, México (1987); Chang, H.H.L., J.W. De Vries, W.E. Hobbs., *J. Assoc. off Anal. Chem.* **62** (1979) 1281.
18. Guzmán de Peña, D. y Anguiano, R.G.L., *Tec. Aliment.* **23** (1988) 24.
19. Davis, N.D., Dickens, J.W., Freie, R.L., Hamilton, P.B., Shotwell, O.L., Wyllie, T.D., *J. Assoc. off. Anal. Chem.* **63** (1980) 95 .

Avances de ciencia y tecnología

Estudio comprensivo de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán



Luis Capurro Filograsso y Gustavo de la Cruz Agüero

Introducción

La península de Yucatán, por sus propias características geográficas de península, está rodeada de agua por tres de sus lados. Este condicionamiento natural otorga gran importancia a todo su litoral, ya que el mismo es motivo de intensa actividad social y por ende económica. Su ubicación en el trópico aumenta el potencial de este ambiente costero, pues incorpora a las condiciones naturales de la península la típica monotonía y benignidad del clima tropical.

De acuerdo con las condiciones ambientales, la península de Yucatán tiene dos tipos de costas totalmente diferentes. El litoral del Golfo de México (Norte y Oeste de la península) se caracteriza por una topografía submarina dominada por el banco de Campeche. Este constituye prácticamente la plataforma continental del Sudeste de México salpicada en su borde exterior por manchas de arrecifes coralinos de relativa importancia ecológica. Esta tremenda superficie de naturaleza calcárea y de aguas someras, amortigua notablemente los fenómenos oceánicos que tienen lugar en el Golfo de México y que se propagan hacia la costa occidental de la Península. Un ejemplo que ilustra este argu-

El Dr. Luis Capurro Filograsso es profesor titular del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Mérida del CINVESTAV. Es doctor en ciencias de la Universidad de Buenos Aires y su campo de investigación es la oceonografía física y el manejo costero. El M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero es profesor auxiliar del mismo departamento. Su campo de investigación es la biología marina y la ordenación y clasificación de comunidades naturales.

mento es el de los efectos de un huracán en el centro del Golfo. La onda de tormenta (aumento del nivel medio del mar sin considerar las olas que generan los vientos del fenómeno) alcanzan en las costas de EU hasta 5 metros, mientras que en la costa yucateca no llega a los 90 centímetros. Este esquema no incluye los casos tan raros como el huracán Gilberto, en el cual el ojo del huracán se desplazó a través de la Península. El régimen de olas en la costa del Golfo es suave y se le puede clasificar como costa de baja energía.

El litoral caribeño es totalmente diferente. Su topografía submarina es típicamente oceánica, ya que no tiene prácticamente plataforma continental y en consecuencia, muy cerca de la costa, se produce un brusco aumento de la profundidad que señala el inicio del talud continental. Su litoral está bordeado por un extenso cordón arrecifal que va desde Belice hasta el Canal de Yucatán. En algunos lugares el arrecife está pegado a la costa (arrecife de borde) y en otros, un tanto separado del litoral por un cuerpo de agua (arrecife de barrera). El litoral está bañado por una fuerte corriente oceánica extendida casi hasta la misma línea de costa y que posteriormente se derrama al Golfo de México a través del Estrecho de Yucatán. Este flujo de 25 millones de toneladas de agua por segundo condiciona la circulación oceánica del Golfo. El litoral en esta región es también de "baja energía" aunque en este caso el agente amortiguador de los fenómenos oceánicos es la formidable corriente que actúa de rompeolas hidráulico. La estabilidad de la línea de costa así como el estado de salud de la barrera de arrecifes es una prueba elocuente de la baja energía involucrada en los procesos costeros.

Lo que es común a ambos litorales de la península es la presencia de toda una serie de cuerpos de agua de variada extensión denominados lagunas costeras. La mayoría de estos cuerpos se ha formado como consecuencia de los procesos de transporte costero que favorecen el desarrollo de islas de barrera que aislan estos cuerpos parcial o totalmente de las aguas marinas adyacentes. En mayor o menor grado reciben aportes de agua dulce proveniente del manto freático (fenómeno típico del régimen cárstico que caracteriza a la Península). Todas estas lagunas se encuentran rodeadas de tupida vegetación, entre la que se destaca el manglar, lo cual aumenta notablemente su productividad.

Este ambiente natural ha sido apropiado por el hombre de diversas maneras. Los usos principales de los ecosistemas lagunares y costeros de la península han sido la explotación de recursos líquidos y gaseosos en la Sonda de Campeche (escala industrial), la recreación turística, particularmente en la costa del Caribe (escala industrial), el aprovechamiento de los recursos naturales renovables como son las pesquerías (principalmente a escala artesanal y semiindustrial) y la producción de sal (escala artesanal e industrial). Ultimamente se ha incorporado otra actividad controversial en el litoral caribeño consistente en la extracción de minerales sólidos (caliza a nivel semiindustrial e industrial).

Desde la creación de la Unidad Mérida, el enfrentar los problemas relacionados con el aprovechamiento racional de los recursos naturales y con el manejo del ecosistema costero se constituyó en una preocupación constante. Si bien todo el ambiente costero era virgen en muchos aspectos, ya había signos inequívocos de que estaba siendo sometido a fuertes presiones por el uso abusivo de sus recursos por parte del hombre.

El problema se vislumbraba como formidable ya que el uso que se hacía del ecosistema costero era de diversa naturaleza y las responsabilidades administrativas de regulación recaían en distintas dependencias del Gobierno Federal y Estatal. Estas decidían sobre el uso particular de acuerdo con su esfera de competencia sectorial sin ninguna articulación entre ellas. Además, en la mayoría de los casos, no se contaba con suficientes elementos como para que las decisiones fueran tomadas sobre bases objetivas de aprovechamiento racional. Esta situación generaba conflictos entre la vocación de los recursos y los usos a los que se les destinaba, anarquía en el desarrollo y riesgos de deterioro ecológico irreversibles en algunos casos y en otros, muy costosos de reparar.

El manejo adecuado de los recursos requiere del conocimiento de las características estructurales y funcionales del ecosistema. Esta es una actividad netamente científica que el Centro reconoció de inmediato y aceptó el desafío que se le planteaba. El

objetivo a largo plazo estaba bien definido. Se debía estudiar el comportamiento del ecosistema costero de la Península de Yucatán con el fin de proveer las bases científicas en las que se sustentaran las decisiones de las autoridades encargadas de su manejo.

En ese momento se estaban produciendo cambios sustanciales sobre como manejar los sistemas naturales en todo el mundo. La legislación sobre el uso del ambiente costero en los países desarrollados estaba incorporando conceptos novedosos acordes con una mayor integración de los conocimientos de las relaciones en la naturaleza y del hombre con aquélla. Los organismos internacionales redoblaban esfuerzos tendientes a asegurar el manejo adecuado de los ambientes costeros. En este contexto, el CINVESTAV pudo planificar y empezar a implementar su actividad científica en este campo con tal estrategia en creciente desarrollo.

Brevemente, este enfoque moderno se basa en:

1. El ecosistema debe de ser estudiado en forma comprensiva e integrada; es decir, en su totalidad y simultáneamente con todos los usos y usuarios actuales o potenciales.
2. Este enfoque comprensivo e integrado debe de tener lugar en todas las etapas del estudio, desde su planificación, hasta su conclusión, involucrando activamente a los mismos usuarios del ecosistema.
3. Por lo mismo, la participación sectorial se debe dar de manera coordinada, tanto a nivel de proyecto como a nivel de ejecución.
4. En consecuencia con la complejidad del ecosistema costero y la multitud de usos y usuarios del mismo, su estudio es una actividad científica de carácter multi e interdisciplinario en donde deben de participar expertos en las ciencias naturales, sociales y exactas.

La Unidad Mérida, que recién comenzaba en esta actividad con grupos incipientes en ecología marina y ecología humana, se encontró con dos grandes obstáculos: la carencia del recurso humano adecuado y de infraestructura física de apoyo. El primer problema era el más serio puesto que lo novedoso del enfoque, la carencia en provincia de personal científico capacitado, la difícil coordinación disciplinaria que se requiere para formar y adiestrar un equipo de esta naturaleza, constituían en serio desafío. La Secretaría de Educación Pública reconoció la importancia del tema y decidió apoyar esta actividad, facilitando la adquisición de infraestructura física en términos de instrumental y equipo. Además, puso énfasis en su apoyo a la constitución del equipo multidisciplinario. Como complemento a estos apoyos, se hicieron acuerdos de colaboración con la mayoría de las instituciones de investigación y educación superior de la región con el fin de integrar la participación de diversos especialistas al equipo multidisciplinario.

El estudio de los ecosistemas costeros, con el fin de procurar un aprovechamiento racional y la conservación de sus recursos, ha sido reconocido como prioritario en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 84-88 del Poder Ejecutivo Federal (PEF, 1985). Sólo es factible abordar la complejidad del desarrollo de estas zonas mediante enfoques inter y multidisciplinarios que permitan de manera comprensiva e integral un desa-

rrollo armónico de la sociedad. Este tipo de investigaciones no corresponde a ninguna de las disciplinas tradicionales, sino que varias de ellas deben integrarse de manera eficaz y novedosa para adoptar elementos que contribuyen a la propuesta de modelos alternativos (PEF, 1985: 20-21).

Sin embargo, el reclutamiento de los recursos humanos apropiados, su adiestramiento y familiarización con las otras disciplinas, así como la integración operativa del equipo, es una actividad muy elaborada y que lleva bastante tiempo lograrla.

La experiencia adquirida en la Unidad Mérida del CINVESTAV-IPN con respecto al estudio del ecosistema costero de la Ria de Celestún, así como las evaluaciones prospectivas realizadas a lo largo de toda la costa del Estado de Yucatán han permitido el planteamiento de metas realizables a mediano plazo en las que la formación y consolidación de un equipo multidisciplinario de investigación de estos ecosistemas es el foco fundamental.

La estrategia seguida hasta ahora se basa en el aprovechamiento de los recursos humanos con los que cuenta la institución y en la vinculación con otras instituciones que poseen elementos altamente capacitados en las especialidades necesarias para cumplir con el precepto de multidisciplinareidad del proyecto.

Además de lo anterior, la consolidación del equipo se basa en el diálogo permanente entre sus integrantes para establecer las bases conceptuales unificadoras para abordar los problemas y la puesta en práctica de las metodologías de campo y análisis en constante revisión.

Avances del proyecto

a) Formación del Equipo Multidisciplinario

Hasta ahora se ha logrado la constitución del equipo multidisciplinario incorporando personal altamente capacitado y con experiencia en áreas prioritarias requeridas por el enfoque. Hablando de dos áreas esenciales, el equipo está constituido por un grupo en ecología humana (cinco investigadores) y un grupo en ecología costera (16 investigadores).

b) Vinculación Regional

Uno de los fundamentos del proyecto es la vinculación institucional. Esta se ha logarado en diferentes niveles y profundidades a través de la colaboración en el desarrollo de las investigaciones.

Tres aspectos sobresalen como medio de vinculación:

1) Formación de recursos humanos. Se han incorporado estudiantes de niveles variados y de tiempo completo o parcial a las actividades del proyecto. Este aspecto y sus logros se detallan más adelante.

2) Asesoría y complementación operativa. Incluye la consulta e intercambio de experiencia entre investigadores de otras instituciones y los integrantes del equipo. El acceso a los acervos bibliotecarios y equipo de laboratorio especializado con el que no cuenta el CINVESTAV es imponderable en tanto que un porcentaje significativo en los avances se debe a las facilidades prestadas.

3) Investigadores no pertenecientes al CINVESTAV. Se han logrado acuerdos, la mayoría de ellos en vías de formalización, en los que investigadores de otras instituciones de la región se han incorporado a las actividades de investigación del proyecto.

Uno de los acuerdos de vinculación más importantes, el de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) será formalizado a más tardar en diciembre de 1989, mientras que algunos de los otros, incluyendo convenios más específicos esperamos verlos realizados en lo que resta del año o en los primeros meses del próximo año.

Hasta ahora, las instituciones con las que existen vínculos de colaboración son las siguientes:

— **Universidad Autónoma de Yucatán**: Unidad de Postgrado de Medicina Social de la Facultad de Medicina. Facultad de Ciencias Antropológicas. Facultad de Química. Facultad de Biología.

— **Secretaría de Pesca**: Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén del Instituto Nacional de Pesca. Oficina Regional de Pesca en Progreso. Oficina Regional de Pesca en Río Lagarto. Oficina Regional de Pesca en El Cuyo.

— **Instituto Tecnológico Regional de Mérida**: Laboratorio de Química de la Unidad de Postgrado. Biblioteca.

— **Centro de Investigación Científica de Yucatán**: Laboratorio de Química. Biblioteca.

— **Instituto Nacional de Investigación de Recursos Bióticos:** Estación Mérida.

— **Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología**: Delegación Estatal. Dirección de Parques y Reservas (Celestún y Río Lagartos).

— **Instituto Politécnico Nacional**: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Botánica. Laboratorio de Fitología y Fitoplancton.

— **Secretaría de Marina**: Dirección de Oceanografía Naval.

c) Formación de Recursos Humanos

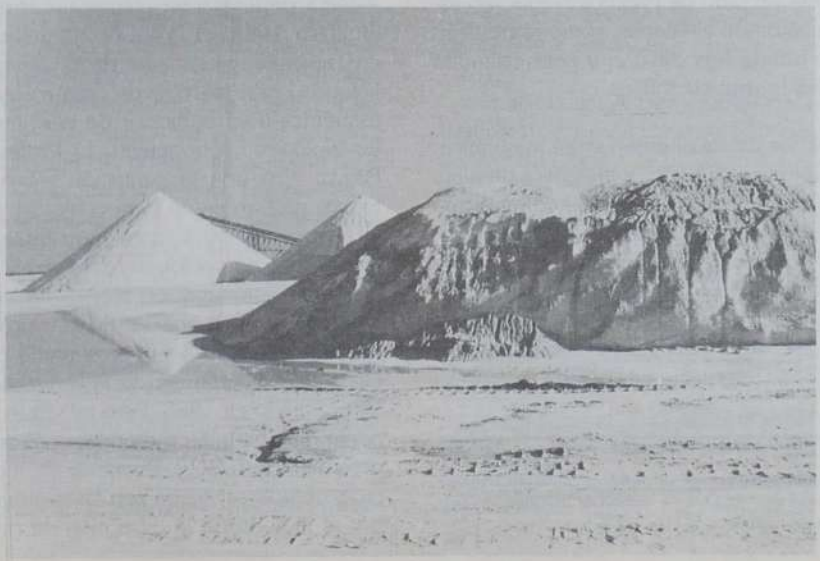
La incorporación de alumnos en diferentes niveles a las actividades del proyecto constituye uno de los aspectos prioritarios cuyo fin es capacitar al personal profesional en las diferentes áreas para que sean capaces de realizar o colaborar en investigaciones multidisciplinarias a futuro. El proyecto ha incorporado a nueve estudiantes en servicio social, seis en tesis de licenciatura, tres en tesis de maestría y dos en tesis de doctorado.

Resultados

La formación del equipo multidisciplinario se ha venido dando a través de un intercambio intenso de experiencias y conceptos entre sus integrantes. Las reuniones y mesas de trabajo han permitido la puesta a punto de las diferentes metodologías a emplear.

El documento más importante generado en el proyecto y que revela los avances de la investigación de los ecosistemas costeros del Estado, así como el alcance logrado en la formación del equipo es el "Diagnóstico preliminar de la Problemática Ambiental de Río Lagartos". Tal diagnóstico revela la situación crítica de la región, debido al conflicto de intereses entre los diferentes usos y usuarios de los recursos naturales en la zona costera.

En consecuencia, hemos decidido enfocar todos los esfuerzos hacia la consecución, a corto plazo, de un plan de manejo integral del Ecosistema de Río Lagartos. La experiencia acumulada nos permite plantear en términos de un año como plazo, el plan que permita conciliar los conflictos detectados mediante la caracterización ecológica, socioeconómica y la concientización de parte de los usuarios de los recursos de que es posible el uso múltiple de los ecosistemas junto con la conservación para el futuro.



La fiesta de los Premios Nobel en Lindau

foto: R.C.T.

Rosalinda Contreras Theurel

Una muestra del aprecio de los europeos hacia la ciencia es la reunión anual de los Premios Nobel en la hermosa isla de Lindau en el lago de Constanza, RFA.

El Conde sueco Lennart Bernadotte auspicia desde 1951 esta reunión de Premios Nobel con estudiantes de doctorado alemanes, como retribución al país que le brinda hospitalidad y para estimular la calidad de los futuros científicos.

Cada año los temas alternan entre la química, la física y la biología. Este año, a principios de julio, se celebró la decimotercera reunión de química que incluyó además un participante en economía: el Profesor James M. Buchanan de Fairfax, EUA, Premio Nobel de Economía 1986, quien presentó una conferencia sobre el potencial y los límites de una humanidad socialmente organizada, basada en las bondades de la economía internacional liberada.

Los quince Premios Nobel restantes que asistieron eran químicos y el tema principal de la reunión fue la relación entre estructura molecular y función. Las charlas abarcaron desde la observación directa de los eventos de una reacción química que tienen lugar en fracciones de nanosegundos —tema de la amena plática del Premio Nobel de Química 1986, el Profesor Yuan-Tse Lee, nacido en Taiwan e investigador de la Universidad de Berkeley— hasta los nuevos desarrollos en la síntesis asimétrica y en particular de la síntesis de moléculas biológicamente activas. El Profesor Herbert C. Brown hizo una presentación sobre estos últimos temas, deslumbrante para cualquier especialista en el campo y seguramente muy motivante para los estudiantes de doctorado. Una explicación simplísima de la aproximación teórica de los complicados métodos para el análisis de las moléculas por difracción de rayos X fue presentada por el profesor Herbert A. Hauptman de la Universidad de Buffalo, premiado en 1985. Pero tal vez lo más impresionante de la reunión fueron las conferencias sobre la determinación de la estructura de moléculas biológicas complejas, como son las enzimas y proteínas, por el método de la difracción de rayos X, el cual

La Dra. Rosalinda Contreras Theurel es profesora titular del Departamento de Química del CINVESTAV. Su campo de investigación es la química de compuestos orgánicos del boro y el fósforo.

permite conocer los detalles a nivel atómico de su funcionamiento.

Esto sin duda mostró a los jóvenes científicos la revolución metodológica, y probablemente también conceptual, que ha ocurrido en la investigación bioquímica y que se basará fundamentalmente en la química básica. Ejemplos de esta nueva aproximación fueron presentados por los profesores Hartmut Michel de la Universidad de Frankfurt, Johann Deisenhofer de la Universidad de Dallas y el Profesor Robert Huber del Instituto Max Planck en Martinsried, todos ellos alemanes, ganadores del Nobel de química 1988, y que descubrieron el mecanismo biológico a nivel molecular de la conversión de la energía luminosa en energía química (fotosíntesis). Un ejemplo de extraordinaria vitalidad y juventud lo ofreció el profesor William M. Lipscomb, Premio Nobel de química 1976, que habló de los cambios de conformación en una enzima reguladora: la aspartato transcarbamilasa, su estructura atómica, su función y sus mutantes. El Profesor Limpscomb también es especialista en la química del boro, tema que le valió ser laureado. Además, él mismo amenizó la reunión con un concierto de gala en el teatro de la ciudad, tocando el clarinete con el Cuarteto Asam de Munich. Otros laureados hablaron de temas menos especializados pero no menos importantes, como el de la creatividad en ciencia, que presentó el profesor Jerome Karle de la Universidad de Washington, Premio Nobel de química 1985 y especialista en bioquímica; entre otras cosas se refirió a cómo el subconsciente trabaja para encontrar soluciones inesperadas a problemas planteados con anterioridad. También habló de la importancia de asimilar la mayor cantidad de información posible para alimentar el trabajo intelectual y que los mejores pensadores no son siempre los más rápidos. La profesora inglesa Dorothy Hodgkin, especialista en la difracción de rayos X que encontró la estructura de la penicilina y de la vitamina B-12, ganadora del premio en 1964, ofreció una charla sobre su experiencia en la vida y en las ciencias. Finalmente el Profesor Ernest Otto Fischer de la Universidad de Munich, Premio Nobel 1973, considerado padre de la química organometálica, enfatizó que el papel de la química en la cultura no se restringe al contexto estrecho de la tecnología. Evocó el conocimiento químico que debieron tener los hombres de las cavernas para elaborar las pinturas rupestres, el tratamiento de los metales en las épocas prehistóricas y el conocimiento que se requería para la preparación de las momias egipcias. Recorrió la historia dando ejemplos extraordinarios del uso de la química y recordó el ataque constante que recibe porque no se entiende su papel en el bienestar humano, en la cultura y en las artes.

La estructura de las reuniones de Lindau, que se han dado ininterrumpidamente cada año, ha variado con el tiempo. De un seminario originalmente preparado en exclusiva para estudiantes alemanes ha quedado ahora abierto a un grupo internacional al incluir becarios extranjeros en Alemania, estudiantes de los países europeos vecinos e invitados de las embajadas alemanas del resto del mundo.

El seminario de química reunió este año a quinientos estudiantes de química y bioquímica y a cien becarios extranjeros que durante una semana escucharon las conferencias magistrales de los Premios Nobel, alternadas por charlas informales entre los estudiantes y los laureados.

El progreso, el alto nivel de vida y el bienestar del pueblo alemán no se han dado en forma gratuita; responden al alto aprecio que su sociedad tiene por la cultura, incluyendo necesariamente a la ciencia. Estas reuniones tienen un fuerte apoyo económico por parte de la banca, las industrias química y farmacéutica, las agencias de ciencia y tecnología y los ministros alemanes.

La fundación Bernardotte ha establecido esta tradición dentro de un ambiente elegante y formal. La isla de Lindau es un lugar vacacional encantador; en su pequeña superficie abundan hoteles y restaurantes, todos en edificios antiguos bien conservados. La isla parcialmente amurallada ha dejado parte de su superficie a hermosos jardines y balnearios. La clausura de la reunión se realiza en la isla de Mainau a la que se trasladan los asistentes en un moderno barco de turismo. Esta isla, propiedad de los Bernardotte, es un jardín botánico privado que gracias al clima, similar al del mediterráneo, permite el crecimiento de especies tropicales y americanas; el paseo entre estos jardines constituye otra vez una buena excusa para el amable intercambio de impresiones entre los asistentes. ❁

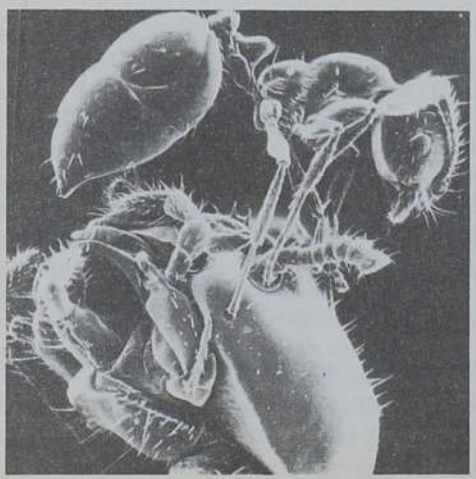
Los Premios Nobel en Ciencias 1989

Química: No todas las enzimas son proteínas

Francisco M. De La Vega
Departamento de Genética y Biología Molecular

En todas las células vivientes los ácidos desoxirribonucleico y ribonucleico (DNA y RNA) son los depositarios de la información necesaria para el metabolismo y la reproducción. Las proteínas, por otro lado, son moléculas funcionales que actuando como enzimas catalizan las miles de reacciones bioquímicas que componen el metabolismo celular. Este principio de división de labores entre las moléculas informativas y las catalíticas de la célula estaba fuertemente enraizado a la biología hasta hace poco. Actualmente esta división se ha desplomado con el hallazgo de que el RNA puede actuar como molécula informativa y a su vez como enzima.

La importancia de este descubrimiento fue reconocida por el Comité Nobel del Instituto Karolinska de Suecia, al otorgar el premio Nobel de Química de 1989 conjuntamente a los investigadores responsables de los hallazgos iniciales: los estadounidenses Thomas R. Cech, de la Universidad de Colorado, y Sidney Altman, de la Universidad de Yale. En conferencia de prensa el pasado 12 de octubre, el Comité Nobel declaró que el premio de Química se otorgaba por "el descubrimiento de las propiedades catalíticas del RNA", y tratando de caracterizar la importancia del hecho se mencionó que "... este descubrimiento ha alterado un dogma central de las ciencias biológicas... y probablemente proporcione una nueva herramienta para la tecnología genética, con el potencial de crear nuevas defensas contra infecciones virales".



Pero, ¿qué importancia tiene el RNA en el metabolismo celular? La información genética necesaria para dirigir la manufactura de las proteínas es almacenada en la molécula de DNA, mientras que la transferencia de ésta al sitio de la síntesis proteica está a cargo del RNA. El mensaje del DNA es transcrito al RNA mensajero y entonces es trasladado a las estructuras llamadas ribosomas. Ahí el mensaje es traducido en las proteínas específicas con la ayuda del RNA de transferencia, el cual transporta los aminoácidos y ayuda a unirlos correctamente a la cadena proteica creciente. Los mismos ribosomas contienen una tercera clase de RNA que puede servir como componente estructural. Al principio de esta década, los doctores Cech y Altman obtuvieron independientemente resultados que sugerían que el RNA, además de tener el papel descrito anteriormente, podía ser un biocatalizador.

El Dr. Altman y su equipo estudiaron alrededor de 1980 la maduración de los precursores del RNA de transferencia de la bacteria *Escherichia coli*. En este proceso está implicado un corte enzimático en un punto específico de la molécula precursora por una enzima procesadora de RNA, bautizada como RNasa P. Al estudiar los componentes de esta enzima, encontraron que la formaban una proteína y una pequeña molécula de RNA. Posteriormente demostraron que este RNA poseía la actividad catalítica por sí mismo. Por su parte, el Dr. Cech y sus

colegas, estudiando la maduración de un RNA mensajero del protozoario *Tetrahymena thermophilia* entre 1981 y 1982, encontraron para su sorpresa que este RNA puede catalizar la escisión y empalme de sí mismo, lo que ocasiona la remoción de su longitud.

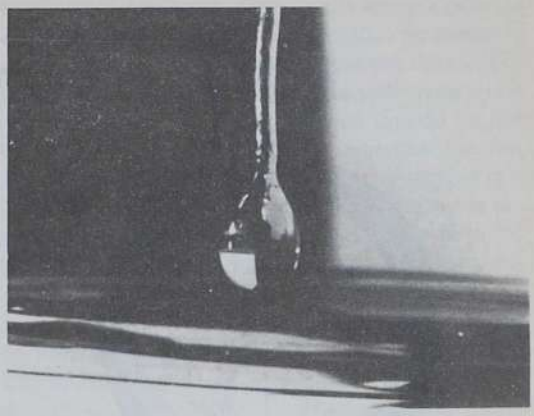
¿Qué implicaciones tiene el descubrimiento de las enzimas de RNA (o "ribozimas")? La primera implicación es que ya no se puede asumir que detrás de cada actividad catalítica celular está una proteína. Actualmente parece que varias reacciones, cuyo producto final es una molécula de RNA madura, están por lo menos parcialmente catalizadas por RNA. Además, la presencia de RNA en otros complejos enzimáticos, como en el caso de los ribosomas, sugiere la posibilidad de que el RNA participe en la catálisis y no sólo como un componente estructural.

La actividad catalítica del RNA tiene también importantes implicaciones evolutivas. Ya que los ácidos nucleicos y las proteínas son muy diferentes, siempre ha existido una controversia acerca de cuál de estas moléculas apareció primero durante la evolución prebiótica. Dado que el DNA posee la información para hacer proteínas y las proteínas (enzimas) la capacidad para replicar al DNA, este problema era el mismo que el del huevo y la gallina. El descubrimiento de que el RNA puede ser una molécula informacional y a la vez una enzima, sugiere que cuando la vida se originó el RNA pudo haber funcionado sin la necesidad de DNA o proteínas. Cómo es que el RNA llegó a codificar secuencias de aminoácidos es aún un misterio. A pesar de ello, este hallazgo pone al alcance de la ciencia experimental los eventos que pudieron suceder en los remotos ancestros de todos los seres vivos.

Fisiología y Medicina: Las bases moleculares del cáncer humano

Patricio Gariglio
Deptartamento de Genética y Biología Molecular

En octubre de 1989 los investigadores estadounidenses J. Michael Bishop y Harold E. Varmus, de la Universidad de California en San Francisco, recibieron el premio Nobel de Fisiología y Medicina. Este reconocimiento es el resultado de sus múltiples e importantes contribuciones en las áreas de la virología, la genética y la oncología molecular.



En 1972, Bishop y Varmus buscaron un mecanismo central que explicara la inducción del cáncer por muchos agentes diferentes. Una serie de investigaciones, basadas principalmente en hibridación molecular, les permitió encontrar en el DNA de células normales secuencias muy parecidas a los oncogenes presentes en retrovirus.

El DNA de los vertebrados incluye decenas de miles de genes. Buscar un gen específico era algo difícil de realizar. Con la ayuda de Dominique Stehelin (del Instituto Pasteur de Lille), y empleando la secuencia del oncogén retroviral v-src, Bishop y Varmus encontraron al proto-oncogén c-src en células de aves no infectadas. Posteriormente, en colaboración con Deborah H. Spector, encontraron secuencias de DNA relacionadas a src en células de mamífero, incluyendo células humanas. ¡Con estos experimentos se pudo concluir que nuestras células poseen genes relacionados con los oncogenes de los retrovirus! Los mismos científicos demostraron que c-src no solamente está presente en células normales, sino que este gen es activo, es decir, es transcrito en mRNA y traducido en proteínas que las células requieren durante su crecimiento. También sorprendente fue la gran homología del gen y su producto cuando se compararon distintas especies,

lo cual sugiere que c-src desempeña una función muy importante en las células normales. El hallazgo descrito para src fue repetido para otros oncogenes retrovirales. Así, Sheines y Bishop descubrieron en 1979 el gen c-myc (presente en el retrovirus MC29), el cual se encuentra molecularmente alterado en varios carcinomas humanos, incluyendo cáncer cérvico-uterino.

Con el descubrimiento de los proto-oncogenes y sus versiones alteradas (los oncogenes), se ha efectuado el avance más espectacular en relación al mecanismo molecular que hace que una célula normal se transforme en cancerosa; con estos estudios se explican e integran los resultados que tanto clínicos como investigadores moleculares han acumulado durante muchos años. Actualmente se tienen suficientes evidencias experimentales indicando que el cáncer empieza por daño al DNA, específicamente a los "genes del cáncer", es decir, a los proto-oncogenes descubiertos por Bishop y Varmus. El daño genético provoca una actividad aumentada del producto de los oncogenes, con la siguiente desregulación del crecimiento celular. Respecto a esto último, hay evidencias experimentales indicando que los proto-oncogenes celulares (unos 50 tipos diferentes) juegan un papel importante en la replicación del DNA celular (c-myc), en la transcripción de genes probablemente implicados en crecimiento celular (c-jun) y en otros procesos básicos de la célula. Los productos de los proto-oncogenes yes, fgr, abl, fps, fes y ros son tirosina-cinasas; otros son factores de crecimiento y aún otros son receptores a factores de crecimiento.

Actualmente, y como consecuencia de los experimentos de Bishop y Varmus, se empiezan a delinear las bases moleculares de un diagnóstico precoz, pronóstico adecuado y terapia efectiva en cáncer humano. Por ejemplo, varios reportes recientes correlacionan amplificación del oncogen c-erb b-2 con mal pronóstico en cáncer mamario, lo cual implica tratamientos más radicales en esta neoplasia.

Los descubrimientos de Bishop y Varmus seguirán teniendo por mucho tiempo un gran impacto, no sólo en la lucha contra el cáncer sino en investigación básica, y esto sin duda, será el mejor premio que un científico pueda recibir.

Física: Atomos sin núcleo como nuevos patrones de tiempo

David J. Fernández C.
Departamento de Física

Rigoberto García Cantú
Sección de Metrología,
Departamento de Ingeniería Eléctrica

El viernes 13 de octubre del presente año, se dieron a conocer los nombres de los ganadores del premio Nobel de física 1989. La distinción será otorgada al estadounidense Norman F. Ramsey, por su trabajo que dió lugar al primer reloj atómico y al primer maser de hidrógeno. Al estadounidense Hans G. Dehmelt y al alemán Wolfgang Paul les corresponde por sus contribuciones fundamentales al desarrollo de las trampas de iones y electrones. Ambos trabajos tienen su aplicación más relevante en la obtención de patrones atómicos de tiempo y frecuencia. La incertidumbre que se ha logrado con el patrón atómico de cesio es de sólo ocho partes en 10^{14}, pero dicha incertidumbre se reducirá a una parte en 10^{18} utilizando trampas iónicas. El trabajo de N.F. Ramsey, principalmente en física de haces moleculares, dio lugar a la redefinición del segundo, unidad de tiempo, en la 13 Conferencia General de Pesas y Medidas (1967): el segundo es

la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del átomo de cesio 133.

El estudio de las transiciones atómicas en haces moleculares permitió a Ramsey desarrollar una técnica mediante la cual éstas se observan con alta exactitud, eliminando la totalidad de las perturbaciones aleatorias. Dicha técnica se ha aplicado en el patrón atómico de cesio, así como en la medición de momentos magnéticos atómicos y nucleares, el corrimiento Lamb del hidrógeno, la estructura hiperfina del muonio y la medición del momento dipolar eléctrico del neutrón.

A Paul y Dehmelt se les otorgó por sus contribuciones fundamentales al desarrollo de las "trampas iónicas", estructuras específicas que generan diversos tipos de campo electromagnético y que permiten atrapar o confinar a un gas de partículas cargadas en una región limitada del espacio. Si el número de electrones atrapados es pequeño, uno de estos sistemas asemeja a un átomo sintético, ultrapesado, metaestable e inmóvil, con las cargas circulando dentro de la trampa y con el campo confinante jugando el papel del núcleo atómico. Por esta razón, Dehmelt llamó "átomos de Geonium" a esos arreglos, ya que los electrones están ligados a un aparato residiendo sobre la tierra. El más simple de estos "átomos", el que consta de un solo electrón confinado, hizo realidad en 1973 lo que fue considerado por mucho tiempo un sueño en física atómica: atrapar un electrón el tiempo necesario para medirle con gran precisión sus propiedades fundamentales. Similares experimentos se han realizado ya para otras partículas cargadas (positrón, protón, ciertos átomos ionizados, etc.).

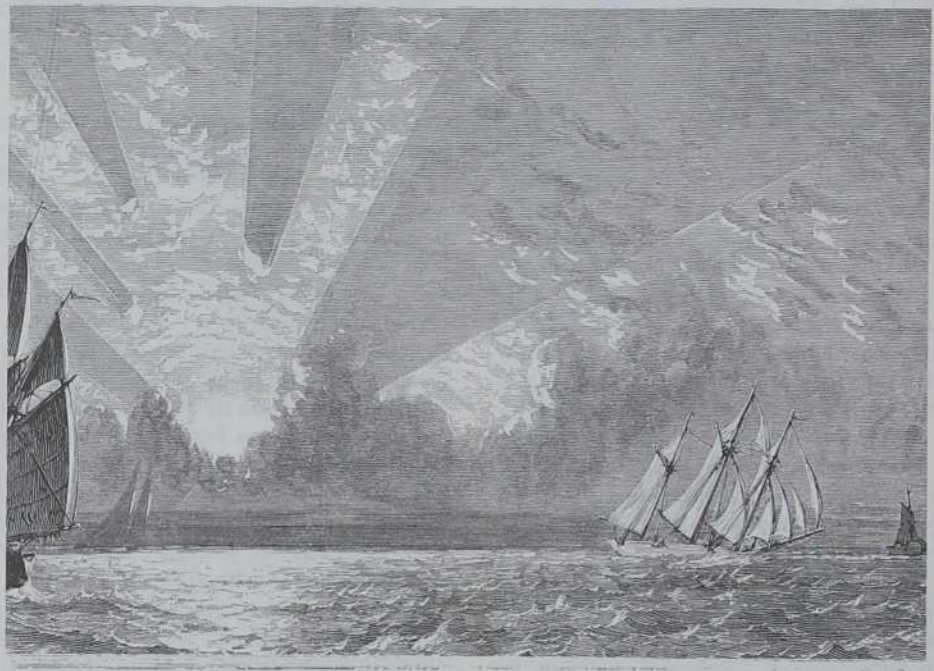
El interés por atrapar partículas cargadas es muy viejo. De hecho, desde 1936 existió una estructura para confinar electrones (trampa de Penning). Esta consta de un campo electrostático cuadrupolar con simetría axial, generado por tres hiperboloides de revolución, y un campo magnetostático homogéneo en la dirección axial. Durante la década de los 50, Paul contribuyó vigorosamente en esta dirección sugiriendo diversas alternativas a este arreglo. La más exitosa, que ahora se conoce como trampa de Paul o electrodinámica, fue propuesta en 1958. Esta es similar a la de Penning, sólo que el campo cuadrupolar oscila sinusoidalmente en el tiempo y el campo mgnetostático no existe. El desarrollo paralelo de estas dos trampas desató, durante la década de los 70, grandes polémicas y una gran competencia. De hecho, cada una de las dos es adecuada para cierto tipo de experimentos. Así, en tanto que la trampa de Paul es más estable que la de Penning, esta última posee frecuencias de excitación muy bien definidas, tanto desde el punto de vista teórico como experimental. Dehmelt y sus colaboradores usaron una trampa de Penning, en 1973, para aislar el electrón. Pero, ¿Cómo lograr tal hazaña? ¿Cual es el procedimiento experimental que se sigue?

El primer paso consiste en arrancar electrones a un punto de emisión, dirigiéndolos luego a una cámara llena de un gas residual muy diluido, que los desacelera para introducirlos a la trampa. Después, se acopla en resonancia un circuito al movimiento axial, ya que éste es el de un oscilador armónico simple, produciendo oscilaciones forzadas que expulsan lentamente a los electrones. Las oscilaciones forzadas inducen una pequeña corriente en un circuito de detección que se observa por la técnica de detección de fase sensible. La corriente inducida, como una función del tiempo, muestra claramente una estructura a saltos en la que, uno a uno, fueron abandonando la trampa los electrones sobrantes. Una adecuada calibración identifica el ruido en la señal de corriente, permitiendo detectar el momento en que ha quedado solamente uno de ellos. Ya que, aún con el forzamiento axial, el sistema con un electrón es muy estable, es posible manipularlo adecuadamente y medirle algunas de sus propiedades. El valor más exacto en la actualidad para la razón giromagnética del electrón, su factor g, se obtuvo usando un electrón atrapado de este modo. Estos experimentos vinieron también a poner a prueba las teorías cuánticas de monopartícula. Así, recientemente se observó un salto cuántico en un átomo ionizado, confinado por medio de estas estructuras. Debido a su gran estabilidad, las trampas monoiónicas aparecen también como prometedoras alternativas a los actuales patrones de frecuencia y de tiempo, como lo es aún el reloj atómico de cesio. Por todos estos logros, desencadenados gracias a sus contribuciones fundamentales, a todas luces se aprecia lo justo del premio para esta terna de excelentes científicos. ❀

Perspectivas

El posgrado en el CINVESTAV: una estrategia posible

Texto de la ponencia presentada por el Dr. Héctor O. Nava Jaimes, director del CINVESTAV, en el IV Congreso Nacional de Estudios de Posgrado, Querétero, Qro., el 5 de octubre de 1989.



Héctor O. Nava Jaimes

La situación actual del posgrado en México

Me voy a permitir iniciar esta presentación haciendo una breve referencia a la situación actual de los programas de posgrado en el país. No se trata de repetir información que seguramente ya han escuchado en esta reunión, sino de destacar tres aspectos sobre los que conviene una mirada analítica para identificar aquellos factores sobre los cuales es necesario incidir si lo que deseamos es un posgrado nacional de calidad.

Una matrícula muy reducida

Una breve revisión histórica permite concluir que el posgrado ha tenido un importante crecimiento en muy corto plazo. A raíz de la Reforma Educativa de 1970 la tasa de crecimiento de este nivel ha sido muy superior a la de la licenciatura; su matrícula pasó de 5 753 alumnos a 39 505 en 1988. Sin em-

bargo, destaca el hecho de que sólo 3.5% de la matrícula de educación superior corresponde a este nivel; cifra que significa, a su vez, apenas el 0.15% de una población escolar total de más de 25 millones de estudiantes. Otro dato impresionante es que únicamente hay poco más de 1 200 estudiantes de doctorado; la participación de este nivel en la matrícula total de posgrado conserva prácticamente la misma proporción de 1976 a la fecha. No debería caber duda, entonces, acerca de la necesidad de contar con una matrícula de posgrado, en particular de doctorado, todavía más numerosa.

Un posgrado desvirtuado a solucionar los problemas de formación profesional del pregrado

La distribución de la matrícula por niveles del posgrado y áreas de especialidad permite concluir que, en términos generales, este crecimiento ha estado muy matizado, para bien y para mal, por las exigencias y las características del mercado de trabajo nacional posible, de gran dependencia tecnológica, en donde las maestrías solucionan los problemas de formación profesional del pregrado y la investigación científica apenas tiene cabida.

En efecto, la matrícula concentra el 24.8% del total del posgrado en especialidades orientadas a las ciencias de la salud (es interesante constatar que la especialidad médica ya exige un registro en la Dirección de Profesiones); 18.5% en maestrías en admistración; 12.5% adicional en maestrías orientadas a otras ciencias sociales y 11.5% en maestrías orientadas a las ingenierías. Esto significa que el 67.3% del posgrado se orienta de entrada al desempeño profesional y no a la investigación. De los 1 200 estudiantes de doctorado, que son los que podemos suponer que se están preparando para un trabajo de investigación, sólo 60 se orientan a las ingenierías y 339 a las ciencias exactas y naturales.

Un mercado de trabajo posible para los egresados del posgrado ha sido el académico, en particular la docencia a nivel licenciatura. El número de profesores de nivel superior pasó de 24 076 en 1970 a 113 179 en 1988, de los cuales el 24% es de tiempo completo, y, por principio, debe vincular la docencia con la investigación.

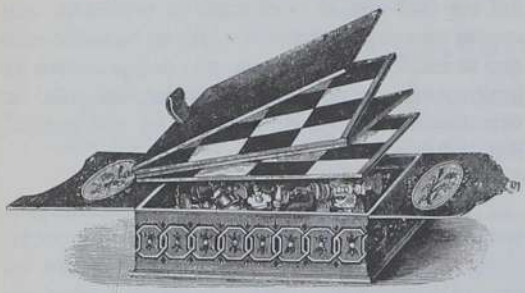
Aunque no hay una estadística nacional que indique el grado académico alcanzado por este profesorado, los datos de algunas instituciones permiten concluir que el porcentaje de profesores que cuenta con un posgrado no sólo es reducido sino que se distribuye de manera muy desigual entre las instituciones de educación superior del país. La vinculación investigación-docencia ha sido muy difícil de lograr.

Desde hace algunos años se estableció la política de promover los posgrados entre esta población; sin embargo, la deficiente calidad que se reporta para la gran mayoría de los programas, alimenta la duda acerca de cuántos de estos últimos se han establecido únicamente para responder a las exigencias de acreditación formal en los criterios de ingreso y promoción del personal académico, cada vez más rigurosos a medida que disminuyen los presupuestos para la educación superior, o para que las instituciones cuenten con un nivel que formalmente aduce mayor prestigio y calidad, argumentos que en las negociaciones por el escaso presupuesto empiezan a manejarse como criterio importante de asignación.

Dificultades para una consolidación académica

En 1984 y 1988 los integrantes de los Comités Técnicos de apoyo de la Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos del CONACyT realizaron sendas evaluaciones de la capacidad de los programas de posgrado para formar investigadores y docentes de alta calidad. Los criterios utilizados se refieren fundamentalmente a las características deseables para ello en la planta docente, el plan de estudios, infraestructura y servicios y participación de los alumnos, conforme al principio de una estrecha vinculación investigación-docencia.

Las graves deficiencias que presentan la mayoría de los programas sugieren la existencia de una gran cantidad de esfuerzos institucionales, aislados entre sí con la finalidad de expandir cuantitativamente las oportunidades del posgrado. Sugieren también que un buen número de programas, tal vez desde su origen, tienen serias dificultades para lograr una efectiva consolidación académica, única que garantiza formaciones de calidad.



En efecto, las estadísticas registran más de 1 250 programas de maestría y doctorado en el país, y un profesor por cada 4 alumnos. Pero las evaluaciones realizadas concluyen en términos de "...indefinición de líneas de investigación y su desvinculación de los contenidos curriculares; existencia de áreas desligadas de las necesidades de desarrollo del país; gran número de programas en una misma disciplina; bibliotecas incipientes; infraestructura inadecuada para el desarrollo de la investigación; excesiva duración de los estudios con relación al calendario oficial de las instituciones; programas con poco alumnado, inadecuada ubicación geográfica de algunos programas; elaboración improvisada de muchos de éstos; bajo número de investigadores de tiempo completo...". Casi todos los programas reportan tasas mínimas de graduación (CONACyT, 1989:4, *passim*).

Según las mismas evaluaciones, dentro de este panorama general más bien desalentador destacan por su grado de madurez, consolidación y elevada calidad, los programas de maestría y doctorado del CINVESTAV, orientados fundamentalmente a la formación de investigadores científicos y de maestros que eleven el nivel de la enseñanza superior.

Actualmente el CINVESTAV imparte 23 programas de maestría y 19 de doctorado en 23 disciplinas correspondientes a las áreas de Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Tecnología, y Educación y Humanidades. Su matrícula corresponde al 5% de la matrícula nacional de nivel de maestría y al 25% del doctorado en las áreas señaladas. A la fecha el CINVESTAV ha graduado 1 411 estudiantes, 1 169 maestros y 242 doctores. Para poder apreciar esta labor conviene señalar que sólo a partir de 1986 su planta académica alcanzó la cifra de 276 profesores adjuntos y titulares, que apenas constituye el 10% del personal de tiempo completo y el 2.5% del personal académico total del posgrado.

Los resultados positivos logrados por las diferentes unidades y departamentos del CINVESTAV en la formación de maestros y doctores no son casuales; tampoco son simple producto de una mayor antigüedad de la institución. Son resultado de un conjunto de estrategias institucionales sostenidas por más de 25 años, cuyos principales rasgos paso a analizar en seguida, identificándolos como posibles factores a tomar en consideración en una política nacional de posgrado.

El CINVESTAV, un proyecto idealista realista

En palabras de su fundador, el Dr. Arturo Rosenblueth, "La creación del Centro fue posible merced a la colaboración estrecha, continua y armoniosa de un pequeño grupo de idealistas realistas quienes, después de analizar críticamente los problemas de la promoción de la investigación científica en México y de la preparación de investigadores adoptaron metas de la más elevada categoría, elaboraron un programa para alcanzar estas metas, no se arredraron ante los numerosos y serios escollos que se oponían al desarrollo de este programa y encontraron un apoyo tan decidido y amistoso del gobierno y de varios organismos descentralizados que llegaron a la conclusión de que el proyecto era viable y debía en un futuro muy próximo justificarse ante el país por sus resultados y sus frutos."

Este grupo "reconoció la importancia del desarrollo científico y tecnológico, del análisis dinámico y experimental de los fenómenos de la naturaleza... la premisa axiomática de que un profesorado constituido exclusiva o primordialmente por expositores de ideas ajenas conduce fatalmente a una decadencia de los niveles educativos..."

El Centro se fundó por decreto presidencial en abril de 1961. Es desde su fundación un organismo público descentralizado del Estado con personalidad jurídica, autoridad académica y administrativa, y presupuesto propios.

Los objetivos del CINVESTAV son formar investigadores especialistas a nivel de posgrado y expertos en diversas disciplinas científicas y tecnológicas, así como la realización de investigación básica y aplicada de carácter científico y tecnológico.

Independencia estructural e institucional del posgrado del CINVESTAV

Es indudable que el Centro nació como institución con una cierta ventaja. Al no contemplar en su estructura institucional el nivel de licenciatura se mantuvo alejado de los vaivenes del crecimiento desequilibrado y de la necesidad imperante de dar cabida a una demanda que, hasta hace poco, creció aceleradamente y atrajo a las instituciones de educación superior los más variados problemas de orden académico, político y financiero.

Simultáneamente, esta condición estructural ha implicado problemas a la institución en lo referente al reclutamiento de estudiantes cuya formación previa no cumple con los mínimos para incorporarse al posgrado.

El CINVESTAV, una institución académica de "base pesada"

Desde la planeación del Centro se reconoció que el ingrediente primordial era el humano. "La ciencia —decía el Dr. Rosenblueth— ni brota en forma espontánea de los laboratorios, aun cuando estén lujosamente montados y prolijamente equipados, ni emana de las bibliotecas aun cuando contengan copiosos acervos". El decreto de creación exigía la posesión del grado de doctor como requisito de ingreso, garantía de una formación adecuada para "el cultivo de la ciencia".

Fue decisión original que el Centro contara con una planta docente en su totalidad de tiempo completo y exclusivo. La escala de honorarios "permitiría a los trabajadores no tener sino un compromiso y una lealtad y al Centro el derecho de exigirles integridad". No se aceptaron nombramientos vitalicios; por contraparte se estableció una escala de honorarios que ofrecía posibilidades de promoción importante para los investigadores.

Hasta la fecha el CINVESTAV conserva las mismas políticas para su personal académico, si acaso más rigurosas. En algunos campos de investigación de incipiente desarrollo no fue conveniente sostener el requisito del doctorado con inflexibilidad; por ello, alrededor del 15% de los profesores adjuntos y titulares no cuenta con el grado formalmente acreditado; pero sí con la productividad de investigación necesaria para alcanzar esa categoría. En otros casos la creación de nuevas unidades institucionales, como la de metalurgia no ferrosa en Saltillo, requirió una planeación previa mínima de cinco años, período durante el cual se envió gente al extranjero a obtener el doctorado.

Desde 1980 se estableció una comisión dictaminadora institucional, interdepartamental, que ha venido trabajando año con año en la elaboración y revisión de criterios que permitan la evaluación y promoción del personal académico. Por un lado, el personal académico se somete a una evaluación anual de su productividad, al tiempo que, cada año, se puede solicitar promoción sin necesidad de acumular antigüedad en ninguna de las categorías. Por otro lado, los criterios se siguen discutiendo y afinando con el fin de que puedan reconocer con justicia y equidad la naturaleza específica de los productos del trabajo académico de las muy diversas áreas disciplinarias que se trabajan en el CINVESTAV. Está todavía en discusión la posibilidad de establecer la contratación de base, a través del mecanismo de definitividad o "tenure", pero en los hechos, el profesorado alcanza un promedio notable de antigüedad en la institución.

Este tipo de "ingrediente humano", aunado a una autonomía institucional de facto, contribuyeron a consolidar lo que actualmente algunos investigadores denominan una institución de "base pesada" (Brunner, 1988) en la que cada profesor constituye una verdadera autoridad académica. Al respecto cabe decir que en el CINVESTAV la definición de las líneas de investigación, los programas

de docencia y las asesorías y servicios, sus ritmos de desarrollo, la publicación de sus resultados y la administración de los proyectos son responsabilidad y privilegio de los investigadores y de los cuerpos colegiados de cada Unidad y Departamento. El crecimiento de la institución se desprende fundamentalmente de los avances orgánicos que va logrando el desarrollo académico.

Es éste tal vez, el factor clave en la organización institucional del CINVESTAV. El primer ingrediente de una estrategia posible para un posgrado nacional de calidad exige la combinación de un personal altamente calificado, pero que a la vez recibiese una remuneración salarial adecuada para una dedicación de tiempo completo y exclusivo.

Sin embargo, en los últimos años se ha resentido muy seriamente lo que ya el Dr. Rosenblueth consideraba "el más nocivo de los factores deletéreos que han retrasado el desarrollo científico en México": la multiplicidad de lealtades y compromisos laborales que se derivan necesariamente de un salario insuficiente. La escala de honorarios establecida para el Centro, la misma que para cualquier otra institución de educación superior, no sólo está cada vez más deteriorada de por sí, sino que hace caso omiso de los criterios de ingreso y promoción tan rigurosos y académicamente selectivos que establece la institución y de la existencia de mecanismos colegiados que los aplican con regularidad.

Los distintos estímulos selectivos que ha aprobado el gobierno federal, como la beca de investigador nacional, han sido merecidos casi por la totalidad del personal académico del CINVESTAV (El 80% de los profesores adjuntos y titulares son miembros del SNI). Sin embargo, ha sido consenso en la institución y una posición sostenida por esta Dirección que lo que se requiere es una política salarial del cuarto nivel que remunere de manera adecuada e integral el trabajo académico especializado que se desarrolla en el posgrado y la investigación, que permita promociones significativas al interior de un centro de trabajo y estimule la autonomía y las especificidades institucionales como el mejor contexto para el avance de la ciencia.

Ciencia básica o investigación aplicada a la solución de problemas nacionales

Entre los puntos más debatidos en la política de apoyo a la investigación y el posgrado está el de priorizar una investigación orientada a la solución de los problemas nacionales frente a desarrollos de la ciencia básica.

Una lectura neófita de muchos temas que se tratan en el CINVESTAV tal vez conduciría a la conclusión de que la institución se centra en el desarrollo de conocimientos esotéricos; tales como "el incremento de la estimulación de los fosfatos alcalinos atrapados en los liposomas" o bien "la propiedad estructural y la difusión en suspensiones coloidales", o "la aplicación de la sucesión espectral de Hodgkin al cálculo de la *K*-teoría de las variedades de Stiefel proyectivas" (tomados al azar del último informe del Centro). En realidad es fácil demostrar que la institución está profundamente comprometida con la solución de problemas nacionales: los servicios y asesorías que prestan los diferentes departamentos, los contratos con el sector público y el privado, las patentes registradas, y en particular la formación de personal de muy alto nivel y la constante impartición de cursos, seminarios y talleres en la mayoría de las instituciones de educación superior del país así lo demuestran.

La experiencia del CINVESTAV permite proponer que la disyuntiva entre ciencia básica y solución de problemas nacionales puede ser un falso dilema.

En primer lugar, la ciencia no resuelve los problemas nacionales; contribuye con el conocimiento a su identificación, conceptualización y a aspectos concretos de su solución.

En segundo lugar, el conocimento de los problemas nacionales exige sus propios desarrollos básicos. Es indudable que el desarrollo de ciertas disciplinas y temas, y la validez universal que ha alcanzado buena parte del conocimiento construido en ellas, se ha debido a que los países industrializados las han privilegiado y les han otorgado recursos por el potencial que significan en la solución de sus problemas. No hay por qué negar ese conocimiento, lo que hay que hacer es desarrollar el que todavía requerimos para nuestros problemas.

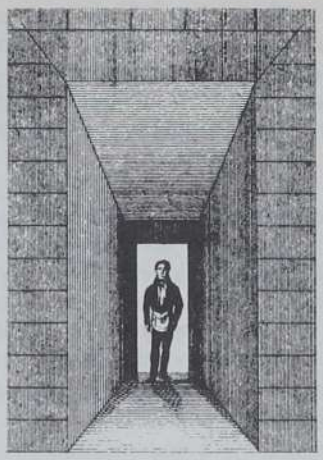
En tercer lugar, las lógicas de construcción disciplinaria o interdisciplinaria y los ritmos, tiempos y prioridades temáticas que exige el conocimiento de los problemas nacionales son diferentes e inclusive antagónicas a los usos políticos, económicos o sociales que se quieran hacer de la ciencia. Muchas veces los cambios en la definición de "prioridades" o "necesidades" son mucho más frecuentes y más inconsistentes que la autoformación que van logrando los grupos de investigación.

Los primeros grupos de trabajo del CINVESTAV se orientaron a las ciencias básicas: fisiología, bioquímica, matemáticas y física teórica. Un grupo fundador fue también el de ingeniería eléctrica.

En el desarrollo posterior de la institución se hace evidente que consolidar una investigación de calidad tiene que articular ambas orientaciones, aunque en equilibrios que pueden resultar muy desiguales entre áreas, entre investigadores y a lo largo del tiempo.

Los departamentos que se organizaron posteriormente, algunos específicamente para trabajar respuestas a problemas nacionales concretos (los libros de texto gratuitos, la formación de profesores de matemáticas), no hubieran podido asegurar la continuidad académica y la calidad en su trabajo sin una profunda inmersión en la investigación básica en su campo. Por su parte, los departamentos más orientados a la ciencia básica han demostrado también ser muy fructíferos en el apoyo a la solución de problemas de salud (investigaciones sobre amibiasis, paludismo, el sistema nervioso, desarrollo de fármacos), problemas de desarrollos industriales (levaduras de interés industrial, procesos de fermentación), de comunicaciones, fuentes alternativas de energía y muchas más.

Lo que sucede entonces es que la articulación adecuada entre ciencia básica y solución de problemas nacionales no se traduce en un mismo número de proyectos para cada orientación o en que cada investigador distribuya equitativamente su tiempo entre ambas; tampoco exige secuencias rígidas: de lo básico a lo aplicado. Lo importante es una interacción orgánica; se trata de un equilibrio institucional y no necesariamente individual. Las posibilidades de lograr este equilibrio son muy diferentes, según áreas disciplinarias, grupos de investigadores y a lo largo del tiempo.



La consolidación académica exige además, —como decía el Dr. Rosenblueth— que hayan dos corrientes continuas de intercambio internacional, una centrípeta, la que representa el personal de otros países, y otra centrífuga, la que corresponde a los viajes de estudio que realizan nuestros investigadores. Queremos evitar a todo trance que el Centro se convierta en una comunidad estrecha y cerrada, poco propicia para la crítica.

De hecho, la discusión nacional e internacional de los avances de investigación constituye uno de los mecanismos más importantes de formación y promoción del personal académico del CINVESTAV.

De esta experiencia institucional se derivan dos estrategias para un posgrado nacional: *i*) la institución académica no puede optar por la solución de problemas nacionales excluyendo un sólido desarrollo teórico de concocimientos al respecto; *ii*) la construcción del conocimiento se ve claramente favorecida por el intercambio entre grupos académicos nacionales e internacionales.

Vinculación de origen investigación-docencia

A propósito he dejado en cuarto lugar el análisis del posgrado en el CINVESTAV, a pesar de ser el tema central que nos ocupa.

La filosofía del desarrollo institucional del CINVESTAV ha cuidado y ha mantenido como norma que el inicio de cualquier programa de posgrado esté precedido de la consolidación de grupos de excelencia que juegan el papel de núcleos de formación.

Formar recursos humanos de alto nivel para la industria, la docencia y la investigación, es uno de los objetivos primordiales del CINVESTAV, primero en el orden frente a otros tan importantes como desarrollar e impulsar investigaciones científicas y tecnológicas, divulgar conocimientos y experiencias de orden científico y contribuir a la solución de problemas nacionales.

En los criterios internos de evaluación del personal académico se adjudica a la docencia un 30% del valor total posible. Adicionalmente, graduar alumnos alcanza puntuaciones más elevadas que un producto original de investigación y el profesor cuyo estudiante ha publicado la tesis de grado recibe la más alta calificación.

En todos los programas el componente curricular fundamental es la participación directa de los estudiantes en proyectos de investigación, las estancias en laboratorios, internos o externos, públicos o privados y la revisión de la literatura especializada según los temas.

Esta vinculación investigación-docencia de origen permite un cumplimiento "natural" de los ingredientes más recomendables de un posgrado: un currículum flexible, que se concreta en cada generación de estudiantes según sus intereses y necesidades; tutorías y asesorías individualizadas y continuas; en ocasiones, períodos de estancia en la industria; y en todos los casos la posibilidad de "aprender a investigar investigando". Son principios que aunque se han establecido prácticamente como norma del posgrado en el país, no se pueden implantar artificialmente, es decir, no se pueden cumplir si las actividades de aprendizaje del posgrado no están respaldadas de manera natural por las actividades cotidianas de la investigación.

La evolución de la institución ha seguido un tránsito lento precisamente por la búsqueda de una relación articulada entre investigación y docencia según las posibilidades de cada área del conocimiento. No en todas ellas se ha podido establecer una relación fluida entre ambas actividades; esta posibilidad depende, casi lo podemos asegurar, del grado de consolidación del grupo de investigadores.

Todo programa de maestría y doctorado requiere la elaboración de una tesis de grado; la de maestría tiene como objetivo iniciar al estudiante en la investigación, la de doctorado deberá incluir aportaciones originales, evaluadas no sólo por los profesores del departamento sino por comités editoriales externos, nacionales o internacionales.

La participación del alumnado en la investigación

En ningún momento el CINVESTAV ha buscado la simple expansión de su matrícula. Un muy importante límite de admisión ha sido la disponibilidad institucional de recursos para incorporar a los alumnos a la investigación, incluyendo laboratorios, materiales e instrumentos.

Se da una verdadera interacción entre el posgrado y la investigación que ha favorecido a ambas actividades. Por una parte, los programas de maestría y doctorado han surgido de los procesos y resultados de la investigación; por otra parte, la investigación institucional se ha beneficiado en buena medida con las aportaciones de los estudiantes. La calidad de la investigación que realizan estos últimos es confirmada por la aceptación de sus trabajos en revistas de circulación internacional. En la mayoría de los casos las publicaciones anteceden las tesis estableciendo una dinámica de competencia y productividad. Esto es cierto no sólo para el doctorado y la maestría sino en la elaboración de tesis de licenciatura de jóvenes aspirantes al posgrado. Esto ocurre porque los estudiantes comparten con sus profesores jornadas de trabajo que van más allá del tiempo completo.

Los departamentos aplican un procedimento riguroso de selección que implica la valoración de la formación escolar, la experiencia y los intereses de los estudiantes, aprobación de un examen de admisión y, en muchos casos, cursos de prerre-

quisitos. En algunos casos se hacen entrevistas personales con un grupo de profesores.

Durante mucho tiempo la institución experimentó con resultados positivos la formación y graduación de jóvenes estudiantes promisorios que no tuvieran la licenciatura. Esta oportunidad se tuvo que suprimir debido a la rigidez con que se exige ahora la licenciatura formalmente acreditada entre los criterios administrativos y burocráticos para el otorgamiento de becas, así como la exigencia de la cédula profesional, basada en la licenciatura para todas las actividades profesionales.

Los alumnos del CINVESTAV son de tiempo completo y para los que por su situación socioeconómica la requieren, se tramita institucionalmente una beca que les permita esta condición. El procedimiento tan riguroso de selección se ve ratificado por la aprobación de los comités de becarios de distintas instancias públicas o privadas, ya que todos los estudiantes postulados reciben beca. Una negociación institucional ante las autoridades presupuestales, que hasta la fecha no ha tenido éxito, es la disponibilidad de una partida para becas manejada internamente.

Una administración al servicio de la academia

El CINVESTAV se formó bajo la idea fundamental de institucionalizar la investigación de tiempo completo asegurando al investigador un ámbito académicamente rico y con condiciones económicas adecuadas. Decía el Dr. Rosenblueth: "Tenemos los investigadores del Centro honorarios decorosos, equipos experimentales excelentes, una biblioteca de alcurnia y todas las facilidades necesarias para nuestro trabajo. No podremos entonces jamás disculpar nuestras fallas atribuyéndolas a limitaciones materiales o a un ambiente raquítico."

No se puede ignorar en este análisis que el CINVESTAV ha contado con el presupuesto mínimo suficiente para operar. Lo que interesa señalar es que no ha disfrutado de presupuestos proporcionalmente superiores a los de instituciones académicas equivalentes; por el contrario, se podría demostrar que posiblemente ha sido inferior en muchos rubros.

Hay ciertos datos que permiten afirmar que lo específico en el Centro ha sido una "administración al servicio de la academia" y ello tal vez por la autoridad moral que tienen los investigadores para hacer cumplir esta situación.

A diferencia de otras instituciones, el Centro ha podido conservar una relación ligeramente más favorable entre el pago de nómina y las partidas de operación e inversión, que en la actualidad es de 80%/20%, pero que en otras épocas había sido del 70%/30%.

En general, ha habido una respuesta oportuna a las necesidades de infraestructura e insumos para la investigación. Los investigadores ejercen una presión continua y tienen una participación activa, al grado que el rubro es reconocido en los criterios internos de evaluación. En algunas áreas el Centro cuenta con los mejores acervos bibliográficos especializados del país. Una vez más, la participación de los investigadores es determinante, ya que en cada departamento existe un profesor encargado de la biblioteca (además del personal bibliotecario).

Aunque cada vez más insuficientes, la institución cuenta con partidas presupuestales indispensables para promover el trabajo académico como son las de profesores visitantes, asistencia a congresos y eventos académicos, publicación de artículos, etc.

Los indudables problemas administrativos en la operación del Centro se deben fundamentalmente a fallas humanas y no al establecimiento de una rígida e intrincada estructura burocrática para el manejo de los recursos. Un dato que puede ilustrar lo anterior es la comparación del número de mandos superiores que tiene el Centro, 7 para un personal total de 1 770 trabajadores académicos y administrativos, contra 8 que tiene una institución semejante que cuenta sólo con 136 personas. Otro dato es la distribución del personal conforme a sus funciones:

—personal académico (incluyendo profesores auxiliares, adjuntos y titulares): 30%

—personal técnico de apoyo directo a la academia: (auxiliares de investigación, técnicos académicos,

técnicos de laboratorio y servicios especializados de mantenimiento): 40%

—Administración, servicios secretariales, intendencia y vigilancia: 29.5%

La crisis económica del país ha afectado seriamente al CINVESTAV con una grave reducción de los recursos para las actividades de investigación en curso y para el desarrollo de nuevas líneas de investigación para las que el Centro se encuentra ya académicamente maduro. Lo anterior se expresa no sólo a partir del número de investigadores que han dejado la institución en los últimos dos años, sino de algo mucho más difícil de medir: el desaliento de los investigadores ante tantos obstáculos para el desempeño de su labor y tan escaso reconocimiento.

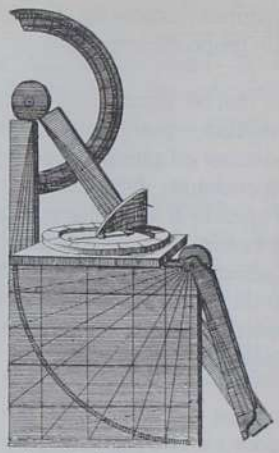
Principales problemas del posgrado del CINVESTAV

El posgrado en el CINVESTAV no ha estado exento de problemas. Me voy a referir a tres en particular.

1) Uno de los principales problemas ha sido la escasez de alumnos en áreas que consideramos clave, como por ejemplo química, biología e ingeniería. Paradójicamente, el crecimiento en los estudios de licenciatura no trajo para el CINVESTAV más y mejores candidatos con capacidad y vocación para los estudios de posgrado. Por el contrario, la captación de estudiantes es cada vez más difícil, a pesar de que algunos departamentos realizan importantes estrategias de proselitismo mediante cursos intensivos en diversas universidades del país.

Es evidente que la creciente devaluación del trabajo académico como modo de vida se percibe claramente por los estudiantes. La inversión resultaría muy poco atractiva: de qué sirven 5 y hasta 7 años de formación posterior a la licenciatura si el futuro laboral es tan precario en el ámbito académico y en el productivo no se requiere necesariamente de tanta formación.

2) El segundo problema son los tiempos reales que lleva la obtención del grado académico.



La experiencia del CINVESTAV señala que efectivamente hay una diferencia entre el tiempo transcurrido para la obtención del grado y el calendario oficial de los programas. La duda que cabe es si no sería necesaria una programación más adecuada a la realidad en vez de tratar de constreñirla y quedar siempre en déficit frente a la norma.

En la mayoría de las áreas se establecen programas de trabajo en cursos y seminarios conforme a la temporalidad tradicionalmente aceptada para programas de maestría (24 meses) o de doctorado (36 meses más).

Por su parte el CONACyT ha fijado 24 meses, con posible prórroga de 6 meses, como duración de las becas en cada nivel y en los últimos años ha aplicado con rigor esas temporalidades.

El tiempo real para la obtención del grado de maestría es muy superior. En primer lugar hay que tomar en consideración un semestre de prerrequisitos que la mayoría de las áreas considera indispensable para conservar los niveles de calidad en el resto del programa. En segundo lugar la terminación de la tesis requiere de mucho trabajo adicional al previsto en los programas.

Para 744 graduados de maestría por la institución hasta 1985, la terminación de la tesis requirió más de 30 meses en el 65% de los casos. En los últimos años se observa una tendencia a disminuir la duración. Las diferencias internas por áreas son importantes; por ejemplo, los Departamentos de Físi-

ca y Matemáticas graduaron al 78% y al 71% de sus egresados respectivamente en un máximo de 30 meses.

Es claro que a partir de los 30 meses la elaboración de la tesis no pasó a ser un proceso realizado a tiempo parcial y sin apoyo institucional.

Es interesante observar que las tasas de graduación alcanzadas por las instituciones constituyen una información desconocida. Los datos nacionales hablan en el mejor de los casos de "egresados", cifra que seguramente esconde un porcentaje muy alto de alumnos que en realidad sólo cumplieron con el trabajo de cursos y seminarios.

El proceso de elaboración de una tesis de grado de conformidad con los requisitos de calidad establecidos en el CINVESTAV exige un apoyo institucional que escapa todavía con mucha frecuencia a los límites y estructuras curriculares, aún aquellas que consideramos las más adecuadas. Seguramente hay problemas de orden curricular, en particular de desconocimiento de la forma, los ritmos, etapas y secuencias que requiere ese proceso de apropiación de conocimientos y métodos entre los jóvenes en formación, que les permita la generación, el desarrollo y terminación de una investigación propia.

3) El último problema que quiero destacar por su importancia es la insuficiencia de espacios y recursos para la incorporación de los alumnos en la investigación. Es necesario inducir y motivar una mayor demanda del posgrado. Desde el punto de vista de profesores-investigadores altamente calificados, el Centro está en capacidad de ampliar el número de alumnos, pero no podría garantizar su participación efectiva en las tareas de investigación por la falta de laboratorios, equipamiento, instrumental y materiales.

Función social de los egresados del CINVESTAV

El papel social que cumplen los egresados del CINVESTAV es una de las demostraciones más fehacientes del compromisos de la institución con el país.

Grupos de egresados han conformado Centros de Investigación en Puebla, Colima, Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, en la Universidad Pedagógica Nacional y otros más.

Grupos de cinco o más apoyan la investigación y la docencia en 21 centros de enseñanza superior públicos y en diferentes dependencias gubernamentales. También se han formado investigadores para varios países latinoamericanos y que laboran fundamentalmente en sus universidades. Es claro que en empresas privadas hay lugar preferentemente para ingenieros, químicos, metalurgistas, biotecnólogos, o personal formado en las ciencias de la computación.

La importancia nacional de la formación de recursos humanos de alto nivel

El planteamiento que siguen los programas de posgrado del CINVESTAV es que se trata de mantener el semillero imprescindible de investigadores, profesores universitarios, tecnólogos, empresarios o funcionarios, sobre la base de que la información puede ser almacenada en bibliotecas o en computadoras, pero que el conocimiento debe crearlo la mente humana. Hay que formar al hombre que conoce, sin el cual no hay ciencia ni tecnología ni producción posible. ¿Cómo cambiar un país si no tenemos gente preparada?

La posibilidad de desarrollo social y económico de países como el nuestro se mide por su capacidad productiva, pero también, y de manera prominente, por su potencial científico y tecnológico. Formar investigadores, profesionales y técnicos en cantidad y calidad suficiente es un imperativo del mundo contemporáneo. Pero, ¿qué investigadores?, ¿qué profesionales?, ¿qué técnicos?, ¿cómo formarlos?

Para responder a estas preguntas podemos ponernos mínimamente de acuerdo en que el desarrollo que buscamos para nuestro país es un desarrollo económico basado en la capacidad nacional de decidir con autonomía su orientación, y en la voluntad política de volcarla a la consecución de

un cambio social profundo de características esencialmente democráticas.

Para ello, hay que tener en cuenta que en la actualidad no se defiende la independencia económica y la soberanía nacional si no se defiende, estimula y acrecienta el potencial cultural.

Hay tres características del desarrollo científico y tecnológico que deben, a mi juicio, tenerse como puntos de referencia para incorporarnos en un mundo cuya direccionalidad general no podemos controlar pero dentro del cual sí debemos proponernos crear el espacio para desenvolver un futuro propio:

1) Si bien admitimos la universalidad de la ciencia, por lo menos en el mundo occidental, es indudable que su desarrollo ha sido orientado fundamentalmente por los países altamente industrializados, quienes han privilegiado ciertas disciplinas y ciertos temas dentro de ellas, dándole baja (o nula) prioridad a problemas de interés vital para el tercer mundo.

2) La tecnología actual es indudablemente una tecnología de base científica. Sin embargo, no puede atribuirse a esa tecnología el mismo tipo de universalidad que a la ciencia. Las tecnologías aplicables al sistema productivo tienen implicaciones económicas, ecológicas, sociales y políticas que llegan incluso a incidir en el sistema de valores de la sociedad que las utiliza. La aplicación indiscriminada de tecnologías "uniformizantes" a nivel internacional (determinada más por razones de mercado que de conocimiento) ha sido frecuentemente denunciada por ser responsable del deterioro físico y social en vastas regiones del tercer mundo. Mencionemos como ejemplo tecnologías agrícolas desarrolladas en latitudes templadas que han causado estragos en zonas áridas o en el trópico húmedo.

3) El ritmo acelerado del cambio es quizás la característica más sobresaliente de la ciencia y la tecnología actuales.

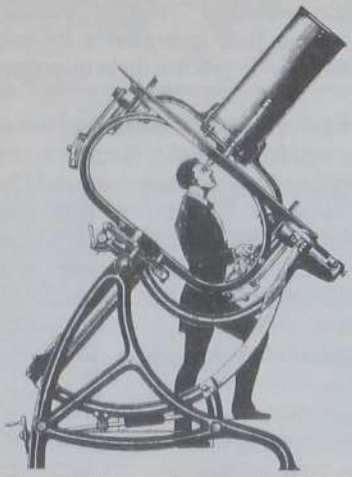
Difícilmente entonces se puede cuestionar la necesidad nacional de formar recursos humanos de alto nivel. Pero es indispensable un mayor análisis de las posibilidades de desempeño profesional de un científico en función de la situación previsible de los mercados de trabajo disponibles actualmente para el desempeño de la ciencia y la tecnología. Estos mercados constituyen un referente importante del espacio social que se abre a científicos y personal de alto nivel.

Dada la dependencia tecnológica característica del país, son pocos los espacios en donde funcionalmente se podrían integrar los científicos y tecnólogos altamente calificados. Es de todos sabido que las grandes empresas productivas contratan muy pocos maestros y doctores en ciencias y que en las empresas estratégicas del sector público la investigación científica y el desarrollo tecnológico han recibido un apoyo más discursivo y formal que real, salvo honrosas excepciones.

Es difícil prever la demanda de científicos o personal de alto nivel en el aparato productivo. Lo que sí es posible prever es que las exigencias de conocimiento para poder incidir en este sector obligan a investigaciones básicas e interdisciplinarias como paso previo.

Voy a explicar esta idea con la experiencia reciente del Centro Nacional de Metrología (CENAM), empresa conjunta entre el CINVESTAV y la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. En 1988 el Centro dio servicios de calibración a maquinarias y herramientas y en general equipo de medición metal-mecánico y eléctrico a cerca de 300 empresas del sector público y privado. En muchas ocasiones se derivaron asesorías sobre los procesos de producción o la elección de materiales. La importancia de este tipo de servicios para la producción se puede apreciar en el dato siguiente: Un error de medición de 5 partes en 10,000 del volumen de petróleo exportado puede implicar una pérdida para el país de más de 27 millones de dólares.

El CENAM considera que por un lado requiere un número mayor de especialistas para atender las demandas de estas industrias, pero es muy posible que la demanda de servicios se sature muy pronto en virtud de que más del 80% de las empresas productivas del país forman parte de lo que se llama el sector "informal", una de cuyas "informalidades" tiene que ver precisamente con las normas y criterios de medición.



Lo que se desprende de esta situación es la necesidad de investigación, básica, interdisciplinaria, como único medio de definir los procesos de producción, los sistemas de calibración y los materiales que podrían utilizarse para beneficiar este tipo de producción, derivando estas definiciones de un conocimiento preciso de lo que ya se hace y las lógicas conforme a las que se hace. Habría que evitar la insuficiencia que resulta de imponer normas sin conocer realidades.

El desarrollo científico del país enfrenta un doble reto. Por una parte es necesario incorporarse a un mundo dominado por la competitividad, al cual es necesario acceder con los más altos niveles del conocimiento científico y tecnológico contemporáneo. El ejemplo del petróleo vuelve a ser útil en este caso. Por otro lado, es indispensable una investigación básica que privilegie los temas y las disciplinas conforme a las cuales se puede encarar el conocimiento de nuestros problemas nacionales y desarrollar las tecnologías que respeten la ecología y nuestra cultura.

Aquí surge con fuerza, una vez más, una de las necesidades sociales más claras del país, en donde sí tienen cabida los egresados del posgrado y que por sí sola justifica un posgrado nacional más numeroso y de alta calidad: las instituciones educativas y los 25 millones de niños y jóvenes que deberán prepararse para orientar con democracia y autonomía el desarrollo del país.

Hacia un posgrado nacional

Si se aceptan como premisas las consideraciones que he presentado, la propuesta de un posgrado nacional debería responder a la pregunta básica: ¿Cómo formar un mayor número de científicos y técnicos preparados para *hacer del conocimiento* un factor decisivo de apoyo a la producción y a los servicios básicos a la población, y para contribuir a darle direccionalidad al cambio social que deseamos? La formación de posgrado debería:

1) Proveer una sólida formación conceptual, como criterio opuesto a la acumulación de información.

2) Capacitar para identificar y asimilar los cambios que sin duda habrán de tener lugar durante la vida profesional de la persona en formación.

3) Capacitar para decidir y formular temas nuevos de investigación y no sólo para seguir las corrientes de "moda".

4) Capacitar para discernir las implicaciones técnicas de los descubrimientos científicos y las implicaciones socioeconómicas de las tecnologías que se ofrecen en el mercado.

5) Desarrollar aptitudes para adaptar e innovar tecnologías en función de necesidades nacionales identificadas y analizadas con claridad.

6) Fomentar la comprensión de los requerimientos del trabajo interdisciplinario que resulta imperioso por la creciente complejidad de los grandes problemas nacionales.

Podría aumentarse la lista, pero estos pocos puntos pueden ser suficientes para mostrar la necesidad de replantear el esquema clásico de organización de los posgrados y para indicar la dirección en la que habría que orientar nuevos esfuerzos.

El criterio básico de un posgrado es la excelencia de sus productos para beneficio del país y el criterio de crecimiento debe ser la capacidad de garantizar esa excelencia. De ninguna manera constituye lo anterior un criterio elitista o antidemocrático en la medida en que la política de posgrado

exige formar parte de una política educativa nacional en donde cada nivel cumple con sus propios objetivos y recibe los recursos para ello.

Por lo mismo, el posgrado debe desprenderse de un desarrollo académico orgánico. Las maestrías y los doctorados sólo deben organizarse en las instituciones que tengan en marcha programas de investigación con un mínimo de consolidación, en donde los alumnos entren en contacto desde el inicio con la práctica concreta del quehacer científico.

Es responsabilidad de las instituciones garantizar a sus alumnos los recursos necesarios para una formación de calidad.

Como contraparte de lo anterior, es indispensable el claro deslinde de las especificidades y diferencias de cada nivel de la educación superior y un compromiso de garantizar la calidad propia de cada uno de ellos. El posgrado no debe ser ni una prolongación de las licenciaturas, destinado a salvar omisiones o deficiencias que deben resolverse en ese nivel, ni una forma de promoción artificial de las funciones y los salarios del personal académico o del prestigio de la institución.

La especialidad es un mecanismo perfectamente legítimo y adecuado para la actualización profesional; es un nivel suficiente por sí mismo que no tiene que esconderse ni desvirtuarse bajo la forma de maestría.

Los programas de maestría y doctorado no pueden constituir un conjunto de cursos y seminarios coronados por una tesis (que muchas veces no se lleva a cabo) donde el alumno queda librado a sus propias fuerzas, con una supervisión esporádica y plazo ilimitado para su terminación.

El concepto de "enseñanza abierta" no puede argumentarse para esconder programas de fin de semana, con profesores "volantes" y sin la infraestructura mínima para garantizar a los estudiantes una formación en la práctica de la investigación.

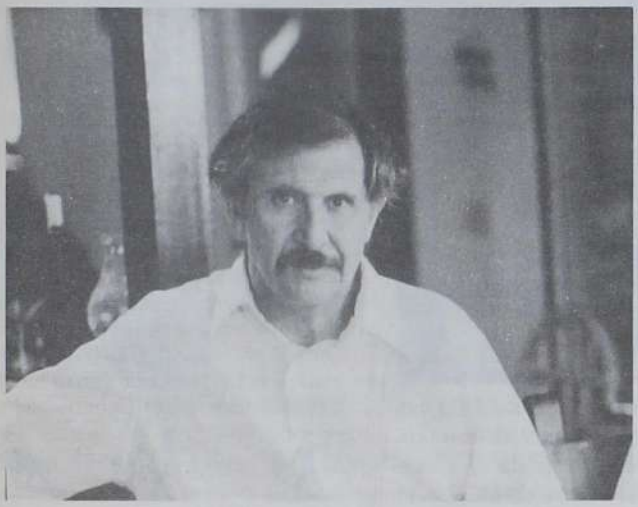
La desconcentración geográfica del posgrado no puede significar apoyo a posgrados por el simple criterio de que se localizan fuera del Distrito Federal, lo que resulta en una pulverización de programas, maestros y recursos que no beneficia a nadie. Habría que emular más bien los esfuerzos conforme a los cuales se han integrado grupos de excelencia en diferentes zonas del país y se han estimulado desarrollos regionales.

Habría que reflexionar sobre quiénes son los actores que pueden incidir en el tipo de desarrollo propuesto para el posgrado. Es fácil comprender que tantos programas nuevos y tantas instituciones interesadas genuinamente en la calidad del posgrado tengan diferentes concepciones sobre calidad. El mecanismo para lograr un consenso podría basarse entonces en "corrientes continuas de intercambio... para evitar a todo trance que nuestro pequeño mundo del posgrado se cierre a toda crítica". Se trata de un mecanismo de emulación que debería incorporar a las instituciones en programas de trabajo conjunto en los que además se amplíen y profundicen los criterios que ahora utilizamos para evaluar nuestra situación. Habría que evitar la normalización de condiciones, cuyo efecto ha sido la homologación hacia abajo para dar cabida a todos.

Para terminar voy a proponer un punto menos polémico, pero seguramente el más difícil de resolver. Es indispensable que estos posgrados de calidad que estamos proponiendo cuenten con el apoyo decidido del gobierno. Se pueden considerar, por supuesto, diferentes alternativas de financiamiento. Pero los posgrados son, en nuestra opinión, de interés público y ameritan por lo tanto un tratamiento correspondiente.

noticias del centro

Pablo Rudomín obtuvo el Premio Luis Elizondo 1989



El Premio Científico Luis Elizondo 1989 en el área de medicina y ciencias biológicas fue otorgado al Dr. Pablo Rudomín, Profesor Titular del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias y Director del Programa de Neurociencias del CINVESTAV. Este premio es auspiciado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y consiste en $12,500,000, medalla de oro y diploma. El premio se le concede por sus contribuciones en el campo de la neurofisiología. En particular, destacan sus aportaciones al conocimiento que tenemos de los mecanismos de inhibición presináptica, el análisis del comportamiento de conjuntos neuronales y la caracterización de los patrones de activación y de las conexiones sinápticas de interneuronas en la médula espinal.

El Dr. Pablo Rudomín nació en la ciudad de México en 1934. Sus estudios de Biología los realizó en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y su Maestría y Doctorado en Ciencias (Fisiología) los realizó en el CINVESTAV. Desde 1965 se integró a la planta de profesores del ahora Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav. Ha recibido el Premio Príncipe de Asturias (1986), el Premio Nacional de Ciencias (1979), el Premio de la Academia de la Investigación Científica (1972) y fue Presidente de la Academia de la Investigación Científica (1981-1983). Una entrevista con él fue publicada en *Avance y Perspectiva* núm. 39.

Notas breves

El CINVESTAV firmó un convenio de intercambio académico con el Hospital Juárez de la ciudad de México para estimular el desarrollo de la investigación clínica y básica en ambas instituciones y la formación de recursos humanos en estos campos. Como se recordará, el antiguo Hospital Juárez fue destruido casi en su totalidad en los terremotos de 1985. Sus nuevas instalaciones están en la zona de hospitales localizada sobre la Avenida IPN y fueron inauguradas el 19 de septiembre de 1989. Entre los objetivos específicos del convenio se contempla la creación del currículum para una especialidad de investigador clínico, con la colaboración de la Dirección de Enseñanza e Investigación del Hospital Juárez e investigadores del CINVESTAV. Además, investigadores de ambas instituciones formarán un consejo editorial para iniciar una nueva etapa de la publicación de la Revista del Hospital Juárez con la finalidad de lograr una aparición periódica y de alto nivel académico. Este convenio será coordinado por el **Dr. Fidel Ramón**, Jefe del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del CINVESTAV, y el **Dr. Luis Cañedo**, Director de Enseñanza e Investigación del Hospital Juárez.

El Premio IXTA-1988 para Juan Manuel Aceves Hernández

El Dr. Juan Manuel Aceves Hernández, Profesor Titular del Departamento de Química del CINVESTAV, recibió el Premio Mexicano de Tecnología IXTA 1988 en solemne ceremonia realizada el 1° de agosto pasado en el Hotel Camino Real de la Ciudad de México. El premio fue entregado por el Dr. Jesús Kumate Rodríguez, Secretario de Salud, y es otorgado por la compañía farmacéutica IXTA a investigadores que se hayan destacado en el desarrollo tecnológico que pueda conducir a nuevos fármacos. Los premios IXTA correspondientes a 1986 y 1987 fueron obtenidos por el Dr. Enrique Hong, del Departamento de Farmacología y Toxicología, y por los Dres. Joseph Nathan y Sonia Morales, también del Departamento de Química.

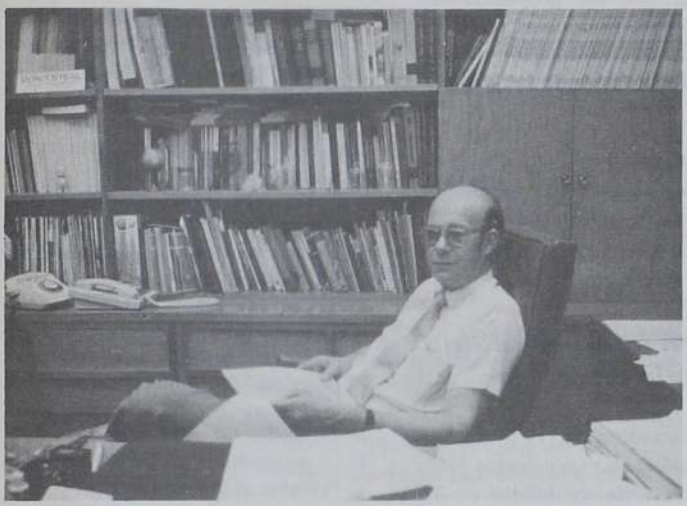
El Dr. Aceves Hernández es ingeniero químico de la Universidad de Guanajuato (1971), obtuvo su maestría en la Facultad de Química de la UNAM (1977) y su doctorado en la Universidad de Aberdeen, Escocia (1980). Fue jefe de los laboratorios de fisicoquímica y mecánica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (1981-1983) y desde junio de 1983 se integró a la planta de profesores del Departamento de Química del CINVESTAV. Se le otorgó este premio por sus trabajos en electrosíntesis orgánica, en particular por su proyecto para la obtención del gluconato de calcio por métodos electroquímicos. Su campo de investigación incluye también el estudio de electrolitos sólidos por el método de impedancia, de difusión de gases en compuestos bimetálicos, electroquímica de electrodos modificados y el desarrollo tecnológico de procesos químicos.

Se firmó un convenio de intercambio y colaboración en los campos de la investigación científica y tecnológica y la formación de recursos humanos entre el CINVESTAV y la Universidad Autónoma de Coahuila, representada por su Rector **M. en C. Remigio Valdés Gámez.**

La **Dra. Angeles Paz Sandoval**, Profesora titular del Departamento de Química del CINVESTAV, fue electa Presidenta de la Academia Mexicana de Química Inorgánica por el período septiembre 1989-septiembre 1991. Otros dos profesores de este departamento han ocupado también puestos directivos de esta academia recientemente: la **Dra. Rosalinda Contreras** fue Presidenta (1985-1987) y el **Dr. Norberto Farfán** fue Secretario (1987-1989).

El pasado 25 de mayo se reunió, en las instalaciones de la Unidad Saltillo del CINVESTAV, el Comité de Evaluación de Becas en Metalurgia del CONACYT. Este acto tuvo una especial relevancia puesto que es la primera ocasión que un comité de evaluación en esta especialidad se reúne fuera de la sede oficial del consejo (en el D.F.) con el objetivo de evaluar las solicitudes de beca de grado (maestría y doctorado) nacionales e internacionales. El evento fue presidido por autoriadades del consejo encabezadas por el **M.C. Serafín Aguado Gutiérrez**, Director Adjunto de Formación de Recursos Humanos, por el **M.C. José Guerrero Guerrero**, Director de Fortalecimiento al Posgrado Nacional y por el **Ing. Juan Leonardo Sánchez Cuéllar**, Delegado de CONACYT en la región noreste del país. El comité estuvo formado por miembros de la comunidad metalúrgica del país pertenecientes a instituciones como el CINVESTAV Saltillo, el Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas, el Instituto Tecnológico de Saltillo, la Universidad Autónoma de Nuevo León y la empresa HYLSA.

Pedro Joseph-Nathan obtuvo el Premio Andrés Manuel del Río



La Sociedad Química de México otorgó el Premio de Química Andrés Manuel del Río, correspondiente a 1986, al Dr. Pedro Joseph-Nathan, Profesor Titular del Departamento de Química del CINVESTAV. Dicho premio fue entregado por el gobernador de Aguascalientes, Sr. Miguel Angel Barberena Vega, el 26 de agosto pasado durante la clausura del Congreso Nacional de Química, celebrado en la Ciudad de Aguscalientes. Una semblanza del Dr. Nathan fue publicada en *Avance y Perspectiva* núm. 38.

Visita de gerentes de planta de Condumex

Los gerentes de planta de la Compañía Conductores Mexicanos (CONDUMEX) realizaron una visita al Departamento de Física del CINVESTAV el pasado 8 de septiembre. El grupo de gerentes estuvo encabezado por el Ing. Ramiro García, Director Técnico Corporativo de esta compañía. El propósito principal de esta visita fue conocer los programas de investigación desarrollados en el Departamento de Física y dar a conocer la creación del Centro de Investigación y Desarrollo de Condumex (CIDEC), el cual será inaugurado en Querétaro en marzo de 1990 con una inversión inicial de 10 millones de dólares.

Este tipo de visitas las ha estado realizando CONDUMEX con diferentes centros de investigación y enseñanza del país con el objetivo de situar proyectos de investigación actualmente en operación en el país que pueden ser de interés para el mismo CONDUMEX, con los cuales el CIDEC pueda establecer una colaboración y a su vez

El pasado mes de septiembre la compañía farmacéutica Syntex, S.A. de C.V., entregó al CINVESTAV un donativo para la adquisición de material de vidrio dentro del proyecto "Síntesis de aminoácidos ópticamente puros", del cual es responsable el **Dr. Eusebio Juaristi**, profesor titular del Departamento de Química del CINVESTAV.

Entre el 26 de septiembre y el 2 de octubre de 1989, se celebró la VIII Feria del Libro Científico y Técnico, organizada por el Instituto Politécnico Nacional, en la Unidad Cultural "Jaime Torres Bodet" en Zacatenco; en este evento participaron las principales editoriales e instituciones de educación superior e investigación del país. El Centro participó con el acervo editorial producido en los departamentos de Matemáticas, Biología Celular, Ingeniería Eléctrica, Investigaciones educativas y la Sección de Matemática Educativa.

La **Dra. Rossana Fraginals Aguilar** y el **M. en C. Hugo Tlahuext Romero**, egresados del Departamento de Química del CINVESTAV, obtuvieron el premio a las mejores tesis de doctorado y maestría, respectivamente, en la especialidad de Química Inorgánica 1988. Estos premios los otorga la Academia Mexicana de Química Inorgánica. El mismo Departamento de Química entregó el pasado 29 de septiembre diplomas correspondientes al segundo curso de superación académica para personal docente del área de química. Los diplomas fueron entregados a seis participantes por el **Dr. Héctor O. Nava Jaimes**, Director del CINVESTAV. Este programa continuará funcionando en 1990. Los interesados en participar deberán dirigirse al Coordinador Académico, Depto. de Química del CINVESTAV, Apdo. Postal 14-740, México D.F. Tel: 754 66 18, Ext. 4031.

ser apoyados por Condumex con becas para estudiantes de posgrado y complementos salariales para los investigadores. En esta ocasión, CONDUMEX se interesó en siete de los proyectos del Departamento de Física. Actualmente CONDUMEX tiene establecidos convenios de colaboración con el Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM y con el Departamento de Física de la UAM-I.

Primer doctor en ciencias en la especialidad de computación graduado en México

El pasado 25 de septiembre presentó su examen de doctorado en ciencias, en la especialidad de computación, el ahora doctor Héctor Saldaña Aldana con la tesis "Un enfoque de solubilidad en los sistemas de planeación". Este es el primer grado de doctorado otorgado en esta especialidad en el CINVESTAV y en México. Los directores de tesis fueron los doctores Guillermo Morales Luna, profesor titular y jefe de la Sección de Computación del Departamento de Ingeniería Eléctirca (DIE) del CINVESTAV, y Zdínek Zdráhal, profesor visitante de la misma sección de 1986 a 1987. El jurado del examen estuvo integrado por el mismo Dr. Morales Luna, el Dr. Manuel Guzmán Rentería, profesor titular de la misma Sección de Computación, el Dr. José Luis Gordillo, profesor titular de la Sección de Control Automático del mismo DIE, la Dra. Cristina Layo Varela, profesora titular de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y el Dr. René Bañarea Alcántara, profesor titular de la Facultad de Química de la UNAM.

Entre las principales aportaciones de su tesis, el Dr. Saldaña Aldana presenta una formalización de los sistemas de planeación dentro del contexto de los sistemas de inteligencia artificial. En particular, desarrolló un algoritmo para jerarquizar los hechos que describen una meta, esto es, genera un plan para llevar un estado inicial a un estado final. Se puede aplicar a sistemas que sean independientes del dominio, esto es a planeadores que operen problemas de bloques, robots en sistemas cerrados, ensambles de partes mecánicas o a la generación de código para arquitectura de computadoras. El Dr. Saldaña Aldana se integró a la planta de profesores de la misma sección de computación. El programa de doctorado en computación del DIE cuenta con otros cuatro estudiantes y una planta de ocho profesores.

El Comité Técnico del Fondo Ricardo J. Zevada otorgó apoyo económico a los doctores **Gabriel Cota Peñuelas**, profesor adjunto del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, y **José Ruiz Herrera**, profesor titular del Departamento de Genética y Biología Molecular y Director del Institututo de Investigación en Biología Experimental de la Universidad de Guanajuato. El **Dr. Cota Peñuelas** recibió este apoyo en la categoría posdoctoral para realizar el proyecto "Modulación depaminérgica de los canales de potasio en células secretoras de prolactina". El **Dr. Ruiz Herrera** lo recibió en la categoría de investigadores reconocidos para desarrollar el proyecto "Bases moleculares del dimorfismo en *Candida albicans* y *Yarrowia lipolytica*." *En el área de las ciencias físico-matemáticas recibió también apoyo económico de este fondo en la categoría posdoctoral el* **Dr. Gerardo Moreno López**, investigador del Instituto de Física de la misma Universidad de Guanajuato, y quien obtuvo su doctorado en el Departamento de Física del CINVESTAV en abril de 1989.

Se celebró el VI Coloquio de Matemáticas

El VI Coloquio del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV se celebró del 31 de julio al 18 de agosto del presente año en el Centro Vacacional del IMSS en Oaxtepec, Morelos. El organizador fue el Dr. Michael Porter, profesor titular de este mismo departamento.

Como actividad principal del Coloquio se impartieron seis cursos de matemáticas para los 120 profesores y estudiantes que asistieron, en su mayoría de universidades y tecnológicos de los estados. En la serie de "Conferencias de Divulgación", que fue organizada por el Dr. Onésimo Hernández del CINVESTAV, se presentó cada tarde una plática sobre las matemáticas y sus aplicaciones. Durante el Coloquio se llevaron a cabo también dos "Talleres de Investigación Química", organizado por los Dres. Rodolfo Suárez y Jesús Alvarez de la UAM-Iztapalapa, y "Topología Algebraica", dirigido por el Dr. Guillermo Moreno del CINVESTAV. Se contó con apoyo financiero por parte del CONACYT (DADC y DAFRHU), SEP (SEIT, SESIC y COSNET), IPN, UAM, e IMP, además de las siguientes compañías: Sabritas, Dupont y Noble y Asociados. La OEA dio un apoyo para la asistencia de tres participantes de Centroamérica.

Graduados entre julio y septiembre de 1989

Maestros en Ciencias

Ana Paulina Barba de la Rosa. Especialidad de Biología Vegetal. 4 de agosto. Procedimiento enzimático para producir harinas de amaranto de alto contenido de proteína y jarabes con potencial edulcorante. Asesor: Dr. Octavio Paredes López.

Georgina Regina Garza Ramos Martínez. Especialidad de Bioquímica. 3 de agosto. Catálisis y termoestabilidad de la F_1-ATPasa mitocondrial en un sistema formado por tolueno/fosfolípidos/agua. Asesor: Dr. Alberto Darszon Israel. Se integró a la planta de investigadores del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.

Federico Antonio Gutiérrez Miceli. Especialidad de Biotecnología. 26 de julio. Transformación del compuesto S de Reichstein a hidrocortisona utilizando células inmovilizadas de *Cunninghamella blakesleeana*. Asesores: Dr. Fernando José Esparza García y Dr. Ignacio Magaña Plaza.

Salvador Camacho Sandoval. Especialidad de Educación. 28 de agosto. Educación socialista en Aguascalientes, 1934-1940. Asesores: Maestra en Pedagogía Susana Ruth Quintanilla Osorio y Dra. Mary Kay Vaughan. Se integró a la planta de profesores de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Francisco Carlos Larios Forte. Especialidad de Física. 20 de julio. Crecimiento y caracterización de películas delgadas de telururo de cadmio impurificadas con antimonio. Asesor: Dr. Feliciano Sánchez Sinencio.

Gabriel Sánchez Colon. Especialidad de Física. 14 de agosto. Razón de decaimiento semileptónico del quark pesado. Asesor: Dr. Rodrigo Huerta Quintanilla. Continúa su doctorado en el CINVESTAV.

Agustín Conde Gallardo. Especialidad de Física. 7 de septiembre. Determinación de las propiedades ópticas de ZnSe:I y ZnTe. Asesor: Dr. Isaac Hernández Calderón. Continúa su doctorado en el CINVESTAV.

José Luis Torres Escalante. Especialidad de Fisiología. 6 de julio. Los canales de calcio de los lactotropos en cultivos primarios de la adenohipófisis de la rata. Asesor: Dr. Gabriel Cota Peñuelas. Continúa su doctorado en el CINVESTAV.

Juan Carlos Pineda Cortés. Especialidad de Fisiología. 21 de septiembre. Estudio sobre el postpotencial y la repolarización del potencial de acción en las neuronas noestriatales. Asesores: Dra. María Elvira Galarraga Palacio y Dr. José Bargas Díaz. Continúa su doctorado en el CINVESTAV.

José Miguel Cristancho Fierro. Especialidad de Fisiología. 28 de septiembre. Características del disparo repetitivo de las neuronas del neoestriado de rata. Asesores: Dr. José Bargas Díaz y Dra. María Elvira Galarraga Palacio. Continúa su doctorado en el CINVESTAV.

Miguel Martínez Trujillo. Especialidad de Genética. 10 de agosto. El terminador tI del bacteriófago lambda: definición del extremo 3' funcional del DNA y mutagénesis dirigida. Asesora: Dra. Silvia Cecilia Irene Montañez Ojeda.

Zandra Navarro Villacaña. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 10 de julio. Un sistema de manipulación simbólica interactivo. Asesor: Dr. Josef Kolar Sabor. Trabaja en el Centro de Cómputo del gobierno del Edo. de Michoacán.

Félix Francisco Ramos Corchado. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 10 de julio. Lenguaje C persistente. Asesores: Dr. Renato Barrera Rivera y M. en C. Juan Carlos Pérez Castañeda. Es investigador adjunto del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Posgraduados en la Universidad de Chapingo.

Raúl García Ruíz. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 14 de julio. Realización del nivel de paquetes del protocolo X.25. Asesor: Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería.

Vicente Parra Vega. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 10 de agosto. Control adaptable para sistemas no lineales. Asesor: Dr. Jaime Alvarez Gallegos. Se integró a la planta de profesores del CIATEQ, Querétaro, Qro.

Luis Angel Trejo Rodríguez. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 22 de agosto. Implementación del nivel de paquetes de la recomendación X.25. Asesor: Dr. Jan Janecek.

Vicki Anne Sailer. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 6 de septiembre. Solución simbólica a la representación polinomial de operadores generalizados de Liouville. Asesor: Dr. Guillermo Benito Morales Luna.

Jorge Buenabad Chávez. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 25 de septiembre. XINIX: sistema operativo para computadora personal. Asesor: Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería. Es profesor auxiliar "A" en la Sección de Computación del CINVESTAV.

Jesús Colín Miranda. Especialidad de Matemática Educativa. 21 de julio. El álgebra sincopada de Bombelli: análisis de sus aportaciones teórico didácticas. Asesora: Dra. María Teresa Rojano Ceballos. Se incorporó a la planta de profesores de la ESIME-IPN.

Mirela Rigo Lemini. Especialidad de Matemática Educativa. 28 de julio. Del continuo euclidiano al continuo de Dedekind: ¿filiación o ruptura? Asesora: Dra. Shirley Bromberg. Continúa formando parte de la planta de profesores de la sección de Matemática Educativa del CINVESTAV.

Teresita Peralta Monge. Especialidad de Matemática Educativa. 8 de agosto. Resolución de las operaciones de suma y multiplicación de fracciones, en su forma algorítmica y su representación gráfica, en los modelos continuo y discreto de fracción de la unidad. Asesores: Dr. Eugenio Filloy Yagüe y Maestra en Teoría Psicoanalítica Marta Elena Valdemoros Alvarez. Se incorporó a la planta de profesores de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Margarita Quiroz Bravo. Especialidad de Matemática Educativa. 9 de agosto. Instalación de un Lenguaje Gráfico en estudiantes que inician estudios universitarios. Un enfoque alternativo para la reconstrucción del discurso matemático escolar del precálculo. Asesora: M. en C. Rosa María Farfán Márquez. Se incorporó a la planta de profesores del CECYT-Miguel Othon de Mendizábal del IPN.

J. Agustín Flores Avila. Especialidad de Matemática Educativa. 23 de agosto. L'Hopital y lo rescatable de su obra para la enseñanza del cálculo. Asesor: M. en C. Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza. Es profesor de la Universidad Autónoma de Coahuila, Torreón, Coah.

Natividad Nieto Saldaña. Especialidad de Matemática Educativa. 22 de septiembre. Desarrollo didáctico de las experiencias de aprendizaje para el curso de cálculo diferencial del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chih. Asesor: M. en C. Carlos Armando Cuevas Vallejo. Es profesor del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chih.

María de Lourdes Mendoza Medina. Especialidad de Química Orgánica. 30 de agosto. Estudio de la cuaternización de los nitrógenos en imidazolidinas. Asesora: Dra. Rosalinda Contreras Theurel. Actualmente es auxiliar de investigación en el Departamento de Química.

Hugo Alejandro Jiménez Vázquez. Especialidad de Química Orgánica. 31 de agosto. El mecanismo de transferencia de un electrón (SET) en las reacciones de 1,3-ditianil litio y halogenuros de alquilo. Asesor: Dr. Eusebio Juaristi y Cosío. Continúa su doctorado en la Universidad de Yale, EUA.

Doctores en Ciencias

Federico Arturo Liévano Mendoza. Especialidad de Bioquímica. 19 de septiembre. Caracterización de canales de la membrana plasmática del espermatozoide del erizo de mar. Asesor: Dr. Alberto Darszon Israel. Continúa su entrenamiento posdoctoral en el Roche Institute of Molecular Biology, Nueva Jersey, EUA.

Gerardo Torres Delgado. Especialidad de Física. 28 de agosto. Crecimiento y caracterización de películas epitaxiales de GaAs y AlGaAs crecidas por epitaxia en fase líquida. Asesor: Dr. Julio Gregorio Mendoza Alvarez. Continúa su entrenamiento posdoctoral en el CINVESTAV.

Sergio Joaquín Jiménez Sandoval. Especialidad de Física. 4 de septiembre. Crecimiento por erosión catódica y caracterización de películas delgadas de CdTe y aleaciones semiconductoras. Asesor: Dr. Isaac Hernández Calderón. Continúa su entrenamiento posdoctoral en la Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, Canadá.

Arturo Reyes Mena. Especialidad de Física. 11 de septiembre. Caracterización óptica y eléctrica de películas de carbono amorfo hidrogenado. Asesor: Dr. Jesús González Hernández. Continúa su entrenamiento posdoctoral en el CINVESTAV.

Alejandro Vizcarra Rendón. Especialidad de Física. 18 de septiembre. Teoría de difusión de trazadora en suspensiones coloidales. Asesor: Dr. Magdaleno Medina Noyola. Continúa su entrenamiento posdoctoral en la Universidad De Maine en Le Mans, Francia.

José Luis Góngora Alfaro. Especialidad de Fisiología. 17 de agosto. Acción colinérgica sobre el metabolismo y la liberación de dopamina en el neoestriado y la substancia negra de la rata. Asesor: Dr. Jorge Aceves Ruiz.

Benjamín Floran Garduño. Especialidad de Fisiología y Biofísica. 24 de agosto. Modulación presináptica de la liberación del ácido γ-aminobutírico en la sustancia negra de la rata. Asesor: Dr. Jorge Aceves Ruiz. Continúa su entrenamiento posdoctoral en el Departamento de Fisiología del CINVESTAV.

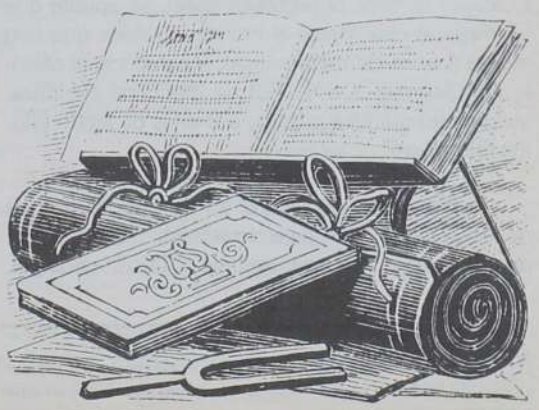
René Francisco Valdiosera Vázquez. Especialidad de Fisiología y Biofísica. 1 de septiembre. Análisis de las propiedades eléctricas lineales de fibras musculares de rana. Asesor: Dr. Enrique Stefani Bonfanti. Se incorporó a la planta de profesores del Departamento de Fisiología del CINVESTAV.

Carlos Guillermo Onetti Percello. 22 de septiembre.Especialidad de Fisiología y Biofísica. Estudio electrofisiológico en neuronas del órgano X de acocil (*Procambarus clarkii*). Asesor: Dr. René Francisco Valdiosera Vázquez. Se incorporó a la planta de profesores de la Universidad de Colima.

Felipe Rolando Menchaca García. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 14 de julio. Generación automática de protocolos de comunicaciones. Asesor: Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería.

Héctor Saldaña Aldana. Especialidad de Ingeniería Eléctrica. 25 de septiembre. Un enfoque de solubilidad en los sistemas de planeación. Asesores: Dr. Zdenek Zdráhal Horavá y Dr. Guillermo Benito Morales Luna. Se incorporó a la planta de profesores de la Sección de Computación del CINVESTAV.

Francisco Rafael Fernández de Miguel. Especialidad de Neurociencias. 25 de septiembre. La integración neurofisiológica del mecanismo de decisión para las conductas de atracción y huida del acocil. Asesor. Dr. Hugo Hernando Aréchiga Urtuzuástegui. Continúa su entrenamiento posdoctoral en Basilea, Suiza.



Innovaciones Educativas

Un programa integral de ciencias

Mario García Hernández

En la revista *Chemical and Engineering News*, volumen 67, número 8, páginas 22-24, del 27 de febrero de 1989, se publicó un reportaje sobre el Programa Integral de Ciencia (PIC) (Integrated Science Program), exclusivo de la Universidad de Northwestern (UN), EUA.

El programa fue establecido en 1976 por Robert C. Speed, profesor de geología de la UN y desde entonces a la fecha ha graduado 135 estudiantes. El PIC fue estructurado como un período de entrenamiento académico orientado primordialmente hacia el posgrado universitario.

Este año (1989) el PIC ya cuenta con un nuevo edificio y un nuevo director, el profesor de matemáticas de la UN, Michael R. Stein. Recientemente se han incorporado 22 nuevos estudiantes que fueron seleccionados de un conjunto de 150 solicitudes de admisión. Los estudiantes provienen de las escuelas secundarias-preparatorias (High Schools) de todo el país. El programa no discrimina a negros ni a hispánicos.

En la entrevista que Ward Worthy (C&EN, Chicago) le hace al professor Stein, se apunta que los mejores candidatos al PIC son aquellos que han tenido 4 años de matemáticas, incluyendo el cálculo infinitesimal; 3 o 4 años de disciplina científica, incluyendo química y física; y 2 años de algún idioma extranjero.

Los estudiantes del PIC toman una diversidad de asignaturas científicas (créditos), incluyéndose, por supuesto, biología, química, física, geología, ciencia de la computación, conjuntamente con los cursos necesarios de matemáticas. Los cursos son ofrecidos por los Departamentos respectivos de la propia Universidad; pero de 23 cursos del PIC, 18 han sido diseñados especialmente para los estudiantes del programa. Para mayor claridad se presenta aquí el plan básico de estudios, tal y como apareció en el artículo que estamos reseñando.

A pesar del énfasis sobre matemáticas y ciencia, la Universidad requiere que los estudiantes del PIC reciban una educación general más completa. Así, además de los 23 cursos del currículum y 14 cursos optativos (electives) que se apuntan en el cuadro, los estudiantes del PIC deben cumplir con los requisitos generales del Colegio de Artes y Ciencias (College of Arts and Sciences), a saber: seminarios, idiomas y cursos (créditos) sobre diversas áreas de estudio como, sociología, historia, "valores", literatura y bellas artes.

El PIC permite a los candidatos transitar por diversos caminos. El primero es en el programa (PIC) propiamente dicho. Es posible que el estudiante pueda obtener su graduación en 3 años de estudio. Se ha visto, sin embargo, que la mayor parte de los estudiantes permanecen por un año más, para completar sus cursos y aprovechar ciertas ventajas de las oportunidades de investigación que ofrece la UN.

La segunda opción es la de un doble campo principal (double major), es decir, un grado de "bachellor" en artes con un interés principal en ciencia integrada.

Otra opción es tomar un campo principal (major) en una ciencia o en matemáticas. Después del primero o del segundo año en el PIC, el estudiante puede, con el asesoramiento académico correspon-

El Dr. Mario García Hernández se jubiló del Departamento de Bioquímica del CINVESTAV en 1984. Su campo de interés actual es el principio antrópico.

diente, continuar con solamente las ciencias físicas/matemáticas o ciencias de la vida/matemáticas.

El profesor Stein señala que los miembros de la planta de profesores de la UN encuentran que las actividades docentes dentro del PIC resultan para ellos ser una experiencia altamente satisfactoria. Además, y debido a que los grupos son pequeños, es más fácil para los estudiantes poder desarrollar relaciones académicas con sus profesores.

Adicionalmente a las clases formales el PIC tiene su propia serie de seminarios. Así, durante las tardes (a partir de las 4 pm) de los días miércoles y de acuerdo con un calendario pre-establecido, los grupos se reúnen para discutir sobre áreas de investigación que no están en el curriculum formal.

Como se mencionó al principio, el PIC fue establecido como un período de entrenamiento formal científico, primordialmente para alimentar el posgrado. Consecuentemente, la UN señala que la mayor parte de los estudiantes que se han graduado siguiendo el PIC, han ingresado a los programas de la Escuela de Graduados (Graduate School), o sea a las maestrías y/o doctorados.

Los estudiantes del PIC no viven juntos, pero tienen su propio centro de reunión y de trabajo. En sus nuevas instalaciones (1988), el primer piso está dotado con facilidades hogareñas como cocina, estancia, biblioteca, etc. En los otros pisos hay aulas y un centro de cómputo con terminales conectadas al sistema principal de la Universidad. Cada estudiante tiene su llave a este centro, el cual está accesible a toda hora.

En resumen, el profesor Michael R. Stein, señala que el Programa Integrado de Ciencia es "único" y apunta: "hasta donde tengo conocimiento, no existe ningún programa de licenciatura similar al nuestro en todo el país".

El currículo de ciencia integral es amplio pero riguroso

	Trimestre de otoño	Trimestre de invierno	Trimestre de primavera
Primer Año	Matemáticas Cálculo multidimensional Física Mecánica Química Química General Aplicaciones en Computación Optativa	Matemáticas Operadores vectoriales y Ecuaciones diferenciales ordinarias Física Electricidad y magnetismo Química Química General Aplicaciones en computación Optativa	Matemáticas Sistemas de ecuaciones diferenciales, algebra, lineal y series infinitas Física Ondas y oscilaciones Ciencias Geológicas Química y física de la Tierra Aplicaciones en Computación Optativa
Segundo Año	Matemáticas Problemas con condiciones a la frontera Química Química orgánica Bioquímica, biología molecular y celular Bioquímica de la célula Optativa	Matemáticas Probabilidad y estadística Física Mecánica cuántica Bioquímica, biología molecular y celular Genética y biología molecular Optativa	Física Física de átomos, moléculas y sólidos Química Fisicoquímica Optativa Optativa
Tercer Año	Física Física nuclear y de partículas Bioquímica, biología molecular y celular Aspectos físicos y matemáticos de la bioquímica y la biología molecular Optativa Optativa	Matemática Teoría de variable compleja Neurobiología Fisiología y biofísica Optativa Optativa	Astronomía Astrofísica Optativa Optativa Optativa

Nota: además de estos cursos, los estudiantes del PIC cubren los requisitos de la Escuela de Ciencias y Artes, los cuales incluyen cursos en lenguas extranjeras, en ciencias sociales, en bellas artes y otros temas.

Rincón epistemológico

Interdisciplinariedad

Rolando García B.

Durante una mesa redonda sobre investigación científica, se rozó el tema de la investigación interdisciplinaria. Uno de los participantes comentó:

> Naturalmente que la interdisciplina es necesaria. Nosotros en medicina la practicamos constantemente: para tratar a mis pacientes debo consultar con frecuencia a un cardiólogo, a un urólogo, a un dermatólogo...

Como se trataba de un prestiogioso profesor local, se le respondió con un discreto silencio, y se pasó a otro tema.

Este no es un hecho aislado, ni tampoco un episodio banal. Es una concepción con la cual tropezamos a menudo. En una línea de pensamiento muy próxima, es frecuente oír hablar de "programas interdisciplinarios". La "prueba" de la interdisciplinariedad es que allí participan un sociólogo, un economista, un comunicólogo y —si el programa se desarrolla en Argentina— un psicoanalista.La idea básica es que "poniendo juntos" a varios especialistas "emerge" la investigación interdisciplinaria. A estas maneras de concebir la interdisiplina las incluyo bajo la denominación de "concepción osmótica de la interdisciplinariedad".

Hace algunos años surgió en Europa una nueva especie de personas que se ocupaban de "hacer interdisciplina". Se llamaban (y se llaman: itodavía hay!) "generalistas". Alguna vez me explicaron qué era un generalista, en términos que podría resumir brevemente así:

> *Primo*: Cada especialista "ve" un objeto, un hecho o problema, de manera diferente, según la perspectiva de su propia disciplina.
>
> *Secondo*: Ningún especialista en una disciplina puede abarcar los puntos de vista que tienen quienes pertenecen a otras especialidades.
>
> *Terzo*: Alguien que conozca un poco de cada especialidad, y que posea, además, visión de conjunto, es capaz de "juntar" todos los aspectos de un mismo problema. Esa persona se llama "generalista".
>
> *Ergo*: La interdisciplina es obra de generalistas.

En una reunión que hubo en Europa, y a la cual llegué tarde —no por latinoamericano, sino por retraso de una sajonísima línea aérea—, tuve

El Dr. Rolando García es profesor titular y jefe de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia.

que hablar sobre el tema. Comencé diciendo que, a mi entender, un generalista es una persona que ignora por igual todas las disciplinas. Vi que el chairman se ponía rojo, y sólo más tarde supe que, antes que yo llegara, él se había presentado a sí mismo como generalista. A pesar de que esa "franqueza" me ocasionó un disgusto, sigo pensando (Epur si muove!) que sobre la ignorancia no se edifica ninguna investigación, ni "inter", ni de las otras. A esa concepción de la interdisciplina la llamo "la solución perdiz" (como es sabido, la perdiz es un ave que aletea a baja altura y nunca remonta vuelo).

Visto este estado de cosas ¿será necesario volver a la idea que toda investigación "en serio" es sólo investigación sobre temas muy especializados? Trataré de demostrar que esta conclusión es injustificada.

En la historia de la ciencia, son muchas las veces que se ha resuelto un problema demostrando...que no era un problema. Recordemos un par de ejemplos muy conocidos:

> Una buena parte de las discusiones entre los físicos del Siglo XIX giró en torno del problema de las relaciones entre la materia y el éter. El problema se resolvió (o, mejor dicho, se *disolvió*) eliminando al éter de la Física.
>
> El carácter de la fuerza de *atracción* gravitatoria entre dos masas hizo correr torrentes de tinta. El problema también se disolvió cuando Einstein explicó la gravitación eliminando la noción de "atracción".

En todos estos casos (omito otros ejemplos) la solución de los problemas consistió en cambiar los problemas. Naturalmente que esto no debe confundirse con la actitud del comerciante que, cuando no tiene lo que le pedimos, nos muestra otra cosa y se empeña en convencernos que aunque "no hace lo mismo", igual puede sernos muy útil. Conviene pues aclarar qué quiere decir "cambiar los problemas". Los problemas a los cuales nos hemos referido provienen de hipótesis que son desechadas y reemplazadas por otras... que generan *otros* problemas. En muchas ocasiones, los primeros no desaparecen, sino que necesitan ser reformulados, generalmente dentro de contextos más amplios que modifican su sentido.

Creo que la problemática corrientemente asociada con la investigación interdisciplinaria está en situación similar y necesita ser revisada. Algunos problemas desaparecerán, otros serán reformulados, otros aún deberán ser sustituidos por nuevos problemas... quizás más difíciles.

Comencemos por algunos puntos sobre los cuales me parece fácil ponerse de acuerdo. En primer lugar, es obvio que no toda investigación es interdisciplinaria, y no todo investigador, ni todo profesional necesitan ocuparse de interdisciplina. (Cuando me llevaban camino al quirófano para hacerme un par de *by-pass* en sendas coronarias, yo rogaba que el cirujano supiera muchísimo de cardiología y de suturar vasos sanguíneos, y que no se ocupara para nada de interdisciplina).

En segundo término, la investigación interdisciplinaria requiere buenos investigadores. Y un investigador se forma trabajando en profundidad, en temas específicos, con investigadores ya formados (los casos de autodidactas que son buenos investigadores, capaces de formar otros, son raros). Esto significa que, por muy interdisciplinario que *llegue a ser, todo* investigador debe empezar por ser un buen especialista.

Hasta ahora vamos bien... Las dificultades vienen después. Para abrirnos camino, parece necesario comenzar con algunas consideraciones terminológicas. Ellas juegan un papel central en las referencias hechas al comienzo (la "concepción osmótica" y la "solución perdiz"). ¿A qué se refiere el "inter" cuando se habla de interdisciplina? Intentaremos apoyarnos en algunas analogías.

Derecho *inter*nacional no es el derecho que rige en ninguna nación *en* particular. Es el derecho que rige las relaciones entre naciones. De la misma manera, un viaje *inter*planetario no es un viaje *en* ninguno de los planetas, sino un viaje que va de un planeta a otro. Sin duda, que hay que conocer bien las condiciones de despegue en uno de ellos, y de "planetizaje", en el otro; pero lo *inter*planetario es el viaje, es decir, un proceso que se desarrolla en el tiempo y en un espacio que no es un planeta. ¿Es aplicable esto a la interdisciplina?

Si transferimos directamente el sentido que tiene el "inter" en esos dos ejemplos, tendríamos que concluir que los problemas de investigación in-

terdisciplinaria no estarían *en* las disciplinas, sino *entre* ellas. Esta extensión del sentido sería altamente equívoca. ¿Qué estudio sería ése que no pertenece a ninguna disciplina sino que está *entre* ellas? Aquí hay, obviamente, un mal planteamiento del problema. O, para ser coherente con lo que he dicho más arriba: se trata de un problema que, al reformularse la situación que lo generó, se "disuelve", para ser reemplazado por otros.

La razón del equívoco estriba en haber caído en una trampa del lenguaje: si quedamos atrapados por la palabra "interdisciplina", como ya sabemos lo que es "disciplina", nos rompemos la cabeza para tratar de entender el "inter". Así planteado, el problema queda con los pies en el aire, y nosotros también. Porque para entender ese "inter" no hay que partir de las disciplinas, sino de los fenómenos que son *objeto de estudio*.

Dijimos antes que no toda investigación es interdisciplinaria. ¿Cuándo una investigación es interdisicplinaria? La respuesta es simple: cuando el objeto de estudio es un *sistema complejo*. En esta expresión, "complejo" no es sinónimo de "complicado". Todo sistema complejo suele ser complicado. Pero no todo sistema complicado es un sistema complejo. Esas esferas y poliedros de madera que hacen los japonses, que se desarman en multitud de pequeñas piezas (y que cuando uno se empeña en volver a armarlas siempre le sobra una) son juegos complicados, pero no son sistemas complejos. Un sistema complejo está caracterizado por fenómenos que están determinados por *procesos* donde entran en juego elementos que pertenecen al dominio de diversas disciplinas. El "inter" nace allí: en los procesos.

Desde esta perspectiva, el problema cambia o, mejor dicho, cambia la pregunta que generó el problema. La cuestión central se desplaza de las disciplinas hacia los fenómenos que son objeto de estudio. La pregunta clave pasa a ser: ¿Cómo se estudia un sistema complejo? La respuesta a esta pregunta es suficientemente compleja como para que no intente resumirla aquí. ❁

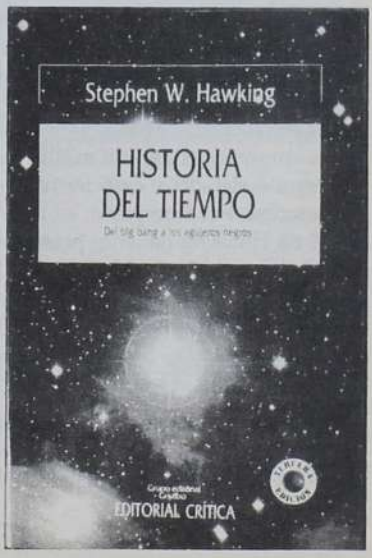
libros

Historia del tiempo, del big bang a los agujeros negros, *Stephen Hawking*, **Grijalbo-Ed. Crítica, México, 1988, 245 págs.**

Esta obra viene a llenar el hueco que existía en el campo de los libros de divulgación sobre cosmología generado desde la publicación en 1978 de *Los primeros tres minutos del universo* de Steven Weinberg. De hecho, el libro de Hawking se puede ver como continuación del de Weinberg, quien aborda principalmente las consecuencias inmediatas de la "gran explosión" (el *big bang*). En cambio, Hawking se centra principalmente en los diferentes escenarios que pueden conducir o no al "gran crujido" (*big crunch*) del universo.

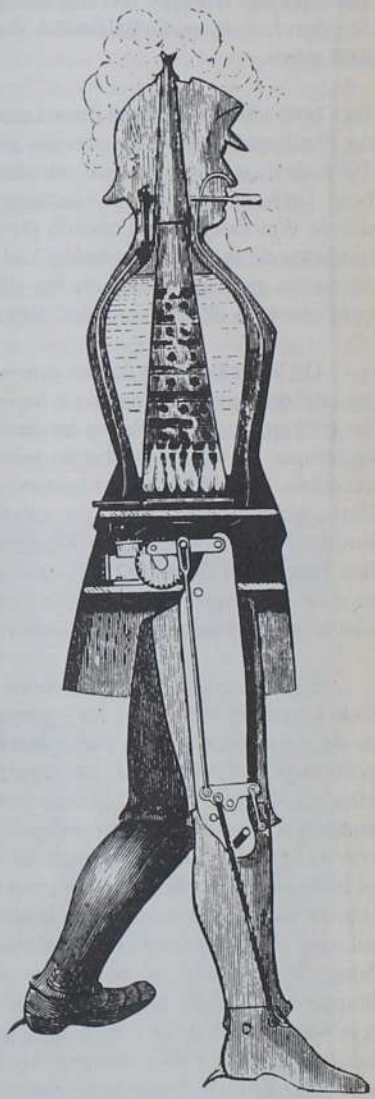
De los once capítulos en que está dividido el libro de Hawking, los primeros cinco los dedica a repasar, en forma por demás amena, los conceptos que los físicos tenemos actualmente sobre el espacio y el tiempo. En ellos describe de manera sucinta, aunque en lenguaje accesible, las diferentes imágenes que hemos tenido del universo. Parte, por supuesto, de la cosmología geocéntrica de Ptolomeo, continúa con la heliocéntrica de Kepler y Copérnico, con el modelo estático basado en la teoría de la gravitación de Newton, hasta llegar al modelo dinámico, en expansión, de Friedmann, que es consistente con la teoría clásica de la relatividad general.

En los siguientes dos capítulos Hawking expone prácticamente todo lo que se sabe sobre los agujeros (hoyos) negros. Desde mi punto de vista, estos son los mejor escritos pero puedo estar prejuiciado porque yo ya sabía que las principales aportaciones científicas de Hawking fueron hechas precisamente en este campo. En particular, considero que dos de sus principales contribuciones están expuestas con mucha claridad. La primera se refiere a la demostración de que el universo debe haber tenido un principio en el tiempo y de que, si uno se restringe al contexto de la teoría clásica de la relatividad general, este origen del tiempo constituye una singularidad (el famoso *big bang*), la cual es un punto con densidad y con curvatura del espacio-tiempo infinitas. La segunda contribución de Hawking está asociada a la observación de que en esta singularidad el campo gravitatorio es tan fuerte que los efectos cuánticos se hacen importantes y por tanto es necesario utilizar una teoría cuántica de la gravedad para describir las etapas muy tempranas del universo. Esta teoría, a su vez, produce dos resultados importantes. El primero es que cuando se combina la mecánica cuántica con la relatividad general, el espacio y tiempo juntos podrían formar un espacio de cuatro dimensiones finito, sin singularidades ni fronteras. El segundo resultado de esta combinación con la mecánica cuántica es que los agujeros negros no son del todo invi-



sibles. Por el fenómeno cuántico de creación de pares de partículas, los agujeros negros tienen un espectro característico de radiación que permitiría detectarlos, en principio, sin necesidad de tener que esperar a toparnos con uno (y ser succionados inmediatamente por él).

En los últimos cuatro capítulos del libro de Hawking analiza varias consecuencias cosmológicas desde un punto de vista que creo no es compartido por la mayoría de los científicos. Concretamente, me refiero al uso que hace del principio antrópico —"el universo existe como tal porque está hecho a la medida del ser humano"— y del posible papel de un creador del universo en el contexto de las teorías cosmológicas. Estos temas son desde luego controvertidos —véase por ejemplo el artículo del mismo Steven Weinberg publicado en el número anterior de *Avance y Perspectiva*— pero creo que son los que más interesan al gran público lector; posiblemente la forma tan franca de abordarlos podría explicar el gran éxito de ventas que ha tenido el libro de Hawking (en México va en la tercera edición de 10,000 ejemplares).

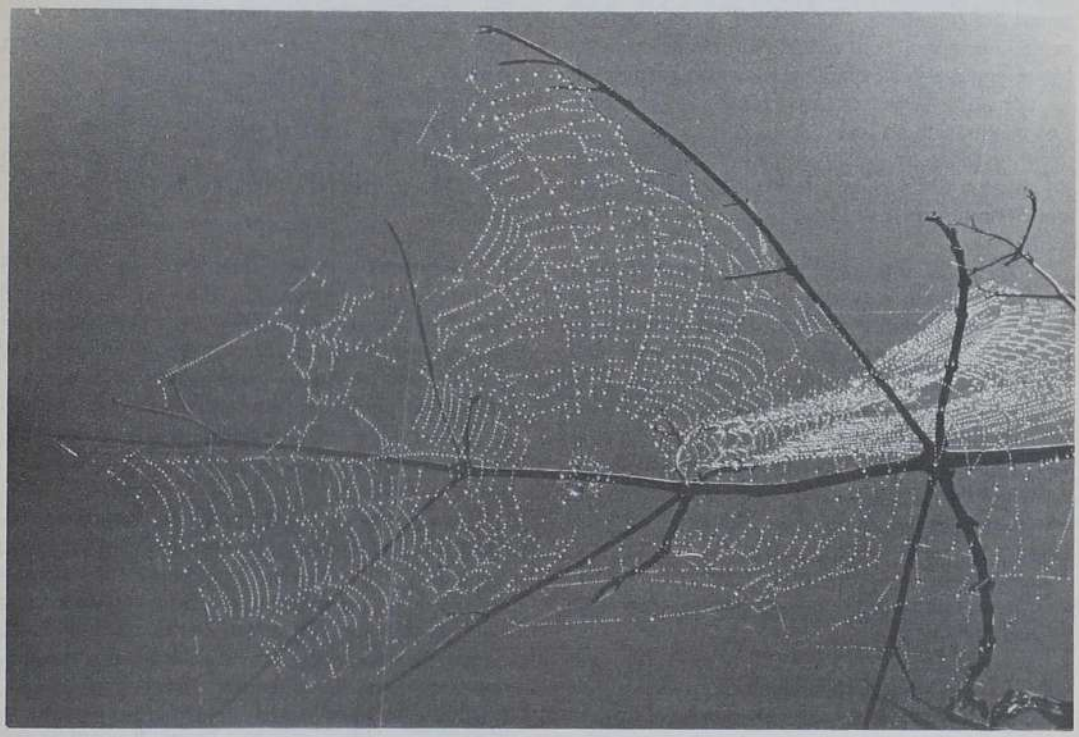


Existen dos puntos menores sobre los que me gustaría hacer constar mi discrepancia. Como ambos se refieren a la física de partículas elementales, que no es la especialidad de Hawking pero sí la mía, considero que más que errores son pequeños deslices. El primer desliz es un error de traducción y se refiere a la aseveración de que las partículas transmisoras de las fuerzas entre las partículas elementales se puedan agrupar en cuatro categorías (pág. 101). Lo correcto es que las fuerzas resultantes del intercambio de estas partículas son las que se clasifican en cuatro categorías: gravitacionales, electromagnéticas, nucleares fuertes y nucleares débiles. El segundo desliz está asociado a su observación de que la última de estas fuerzas, que es responsable de los procesos de radiactividad, actúa sobre todas las partículas materiales de espín 1/2 (fermiones), pero no sobre las partículas de espín entero (0,1,2) como el fotón y el gravitón (pág. 103). Sin embargo, la fuerza nuclear débil sí actúa sobre los famosos bosones vectoriales W y Z, que tienen espín 1, los cuales son precisamente los transmisores de esta misma fuerza y son capaces de interaccionar entre sí debido al carácter no-abeliano de la teoría de norma que los describe. Por otra parte, es natural que libros tan ambiciosos como el de Hawking generen polémicas a su paso. Véase, por ejemplo, el reciente artículo de H. Price en *Nature* del 20 de julio de 1989, donde establece las lagunas que dejó Hawking en su intento por explicar la flecha del tiempo en términos de su propuesta sin fronteras para la cosmología. Sin embargo, estos puntos menores no obstan para recomendar la lectura de este magnífico libro.

Miguel Angel Pérez Angón
Departamento de Física

matices

Quiera Dios que usted me tome en serio



Novienealcaso

Comprendo perfectamente que si yo le dijera: "Tome usted cualquier libro de la Editorial Imágenes que haya comprado últimamente, llévelo a un terreno baldío y préndale fuego, y después lávese las manos con detergente y alcohol", le sonaría a chiste ingenuote, o a intentona pueril de atrapar al lector en un clima de misterio. Por eso no me queda otro camino que narrarle un pequeño conflicto personal, pues si consigo que usted termine el texto, no me cabe duda, acatará mis instrucciones de quemar el libro. Empecemos.

Norma y yo habíamos comprado una casita en el fraccionamiento Jardines del Ajusco, un parche de terreno urbanizado en lo que hasta hace apenas dos años había sido un matorral pedregoso. La así llamada urbanización no es otra cosa que una precaria derivación eléctrica, un insuficiente suministro de agua, un irrisorio sistema de drenaje y dos teléfonos para veinticuatro chalecitos de morondanga.

"¡Josefo, una culebra!" gritaba de pronto Norma, y allá bajaba yo corriendo para encontrarla encaramada a una banqueta, huyéndole a una viborita de apenas treinta centímetros, que, al no encontrar su antigua querencia porque fue arrasada durante la urbanización, se paseaba confundida por las baldosas de la cocina. "¡Josefito, ven volando!" chillaba otra noche, y ya sospechaba yo que ahora se trataría de una tarántula extraviada en la pared del fregadero. "¡Joseeefo!" y yo zumbaba, cepillo en mano, para aplastar un alacrán que había reemplazado su humilde cueva en los matorrales por mi pullover de lana colgado en el ropero. Los pliegues de las cortinas, los periódicos apilados en el revistero de la sala, el carbón para el asado, los zapatos del botinero, todo, era guarida potencial de arañas de toda laya.

Yo era el sensato, el valiente, el apaciguador, el que fingiendo candidez explicaba que, por supuesto, esos bichitos de Dios se irían extinguiendo paulatinamente hasta que, en pocos meses más, dejarían de buscar sus antiguas patrias, sepultadas por una topadora que las había transformado en nuestro fraccionamiento urbanizado. "Todos los vecinos están echando insecticidas, fumigando, trayendo perros y gatos para diezmar alimañas. No duran tres meses. Un poco de paciencia", le aconsejaba.

Pero entonces ocurrió el percance de aquel sábado en la noche.

Serían las doce, ya estábamos acostados, leíamos, cuando mi mujer, con súbita rudeza, me agarra del hombro y me llega a hundir las uñas a través del pijama. La miro sobresaltado, vuelvo la vista hacia donde fija la suya y, sobre la frazada que cubre mi rodilla izquierda, encuentro un masacote grisáceo oscuro que desplaza lentamente sus patas cama arriba, rumbo a mis antebrazos. Me cuesta simular aplomo pero, tratando de moverme lo menos posible, logro pegarle de costado con el libro —no para abajo pues, como digo, estaba montada en mi rodilla— y la veo caer junto a la cama, sobre el desprevenido bostezo de mis zapatos. "No te asustes, ya la liquido" sonreí, pero en ese instante —y no era la primera vez que nos sucedía en esa urbanización dolosamente precaria—se fue la luz. Pensándolo bien, se iba con tanta frecuencia y aparecían tantas arañas por la casa, que alguna vez los dos fenómenos debían coincidir forzosamente.

No se puede razonar en la oscuridad y con una mujer histérica que, abrazada a nuestras espaldas, profiere quejas e instrucciones contradictorias, tales como "¡Búscala/no te le acerques!"; "corre a traer la linterna/no me dejes sola"; "No bajes descalzo/no te pongas los zapatos, quizás esté adentro". No, así, en esas condiciones, no se puede razonar. "Estará trepándose a la cama" sollozaba, "es de las que saltan". Y aquí paro con la anécdota, pues quiero evitar el sainete a toda costa. El regreso de la luz, un par de sedantes, sueño profundo y negación maníaca, dieron fin al incidente.

Alquilamos un departamento en la Unidad Bátiz, pusimos en venta la casita de Jardines del Ajusco y, con la devaluación, hasta salimos ganando unos desinflados pesos. "A Norma le hacía mal la humedad del Ajusco", explicaba a unos vecinos. "Me quedaba muy a trasmano para ir a mi laboratorio" farfullaba en otros casos, pero a nadie confesamos nuestro terror a las arañas.

Cada día, en cada trámite para vender en Jardines del Ajusco y alquilar en Juan de Dios Bátiz, recordaba a mi abuela Maggiorina tironeándome del chaleco para impedir que yo aplastara con su zapatilla una araña que se había aventurado fuera de su grieta en la pared. "Después atrae a las compañeras. Mejor trae la escoba", mascullaba la vieja. Por aquellos años nos se conocían las feromonas pero, en su saber popular, la abuela sí lo sabía, porque me tenía prohibido manchar con los jugos de una araña cualquier prenda que ella después tuviera que ponerse. Ahora, a más de treinta años de aquel incidente, yo pasaba horas imaginando sistemas para atraer arañas y eliminarlas. Mi fantasía era que pudieran contener substancias similares al cis-7-8-epoxi-2-metil-octadecano que, como cualquiera sabe, es usado para atraer a las polillas, confundirlas, y evitar que devasten los sembrados. ¿No hay acaso mariposas hembras cuya hormona volátil atrae al macho desde distancias de cinco kilómetros? ¿Qué tal si uno encontrara un equivalente para las arañas y lo pusiera en el centro de una placa conectada a ciento diez voltios?

Comencé a documentarme sobre arañas. Me transformé en mirador de rincones, hurgador de cortezas resecas de árboles, pispeador de paredes de adobe resquebrajado. Llevaba en el bolsillo del guardapolvos una pinza y algún frasco para recogerlas y observarlas luego con el microscopio. Primero las observaba al tamaño natural, luego iba rotando el zoom poco a poco: una arañita de apenas medio centímetro se va transformando en una rata peluda de medio metro, que finalmente desborda el campo visual; y sus cuatro pares de ojos aumentados cincuenta veces, asemejan las ventanas nocturnas del castillo de Drácula; los quelíceros de una tarántula, contemplados a cien aumentos, en cuanto se mueven aterran al más pintado. Luego, les arrojaba una mosca viva para ver qué sucedía. Tengo ayudantes que no se animan siquiera a ver mis cassettes de video grabados a veinticinco aumentos, en los que una araña atrapa, macera y deglute su presa. ¿Por qué ese terror?

Dicen que, salvo si se ven obligadas a defenderse, ellas no se meten con el hombre. Sin embargo, allá en el Instituto Malbrán de Buenos Aires nos traían vuelta a vuelta a algún changador del puerto, de esos que descargan sobre el hombro los racimos de plátano importados del Brasil: alterada, la araña sale, pica la cara o el cuello, produce un edema violento y, esa misma lesión, que en una mano ocasionaría a lo sumo una necrosis localizada, por el hecho de producirse en esas zonas desencadena un edema que comprime la yugular, la carótida, el glosofaríngeo y, de no hacerse una traqueotomía a tiempo, el hombre muere sofocado. He visto campesinos a los que una *Latrodectus* les había picado los genitales mientras usaban la letrina. ¿Dónde está el ataque del hombre en esos casos? Porque yo comprendo que un chiclero, que en plena selva amazónica mete un dedo en el nudo de un árbol para sacar látex, se traiga por ahí una araña irritada, tal vez agredida por la invasión. Es lógico. ¿En cambio en los otros casos de qué provocación me hablan? Pero, bueno, no caigamos en tremendismos pueblerinos: la verdad, es que atacan de puro tontas. Teniendo en cuenta el irrisorio cerebro con que Dios las ha dotado, se comprende que una migalia sea lo suficientemente estúpida como para confundir la manecita de un bebé con el pájaro que anda buscando para su desayuno.

Pues bien, me puse a disecar arañas y a extraerles el estómago chupador, el epistosomal, los túbulos de Malpighi, la espermateca, y de todo hacía extractos. Después ponía una gotita de cada uno en distintas laminillas y observaba si las arañas que tengo en mi vivero se dirigían hacia alguna muestra en particular. Mal que le pese a mi ego de científico, debo reconocer que mis experiencias no sirvieron de mucho, y que en cambio la solución surgió por si sola cuando llamó Norma por teléfono. ¿Y cuánto habré tardado? ¿Diez minutos? Al regresar había tres arañas trepándose a la pipeta y —esto es lo más notable— eran de especies diferentes. Me detuve a observar y, aunque en las dos horas siguientes no aparecieron más que otras cuatro, tuve la convicción de que se abría un camino. Entonces trabajé como un energúmeno y, cuando tuve unos cuatro galones de fracción soluble, fruto de unos vientisiete kilos de arañas, hablé con mi colega Robert O'Keeffe del Instituto Rockefeller y me fui a Nueva York. Me permitió usar su cromatógrafo líquido de alta presión y, dos semanas después, yo regresaba a México con medio litro de extracto.

Yo no soy de esos científicos bobalicones de anteojos antiparras de carey que aparecen típicamente en las historietas infantiles, aunque a veces no me comporto mejor que ellos. Soy capaz de pasar con cuatro galones desde México a Estados Unidos, pero puedo ser perfectamente interceptado con un frasco de medio litro cuando paso la aduana en el otro sentido. Porque es entonces cuando me turbo, como si contrabandeara dos toneladas de cocaína.

—¿Turista?... ¿Científico?... ¿Algo que declarar?
—No señor.
—Bien, pase entonces... Espere ¿qué es ese frasco?

Y ahí empezó un tartamudeo basado en lo increíble de mis respuestas, y el esfuerzo por fraguar excusas que resultaban menos aceptable aún. Finalmente mi desesperación lo arruinó todo. Total que el frasco quedó detenido en la aduana, se me dió un recibo, y se condicionó su entrega a la obtención de un permiso de importación extendido por Salud Pública.

En los tres siguientes días removí dos tercios de la Ciudad de México hasta lograr la autorización para sacar el frasco personalmente y ahora, papel en mano, seguía ansiosamente a un funcionario aduanal por entre aquel desparramadero de fardos y cajones.

De pronto el hombre se orienta, enfila hacia una caja que reconozco, la abre, saca mi frasco de boca ancha, empieza a despegarle las tiras de cinta engomada y yo, francamente alarmado, me abalanzo para impedir que llegue a destaparlo. Me mira con insolente sospecha, y se deleita en torturarme con un suspenso inquisitivo.

—¿Qué pasa... es algo estéril? —pregunta, y ahí comentó la cándida estupidez de aclarar que no, desbaratando así una excusa servida, como se dice, en bandeja de plata. Comienza a desenroscar la tapa y entonces, con brusquedad inusitada en un científico que peina canas, le manoteo infructuosamente el recipiente.

—¡Déme eso! —le ordeno con renovado forcejeo, y sucede entonces lo irreparable: la mitad del extracto se derrama sobre una bobina de papel gigantesca, de un par de metros de diámetro, empapa la cara superior, e infiltra con inexorable lentitud las capas de ese rollo infinito.

El empleado se da por satisfecho con el castigo que me significa la pérdida parcial del contenido y, humillándome con su irritante autoridad, tapa el frasco, lo lleva desdeñosamente hacia unas oficinas, lo enfunda en una bolsa de polietileno, dobla el borde, con una engrapadora cromada le pone la papeleta a modo de burocrático epitafio, y me informa que mi extracto debía ser analizado.

Usted se preguntará a qué viene todo esto. Le aseguro, señor, que este percance aduanal le incumbe, por más que a estas alturas usted opine —si es que tiene ganas de hacerlo— que se trata de un recurso de dudoso gusto literario. Pero siga leyendo, a ver si estamos a tiempo de hacer algo.

El señor Peralta, encargado de Importaciones del CINVESTAV, accedió a ayudarme y fue conmigo a la aduana del Aeropuerto Benito Juárez a renovar los intentos. Se me esperaba. Nos acompañaron por entre fardos y cajones y, ahora sí, no hubo funcionario que no prestara atención a mi presencia y se integrara a nuestra fila a medida que escuchaba decir "Es el del frasco de las arañas". Así llegamos a la puertita de aquella oficina-depósito.

Lo ví. Ahí estaba. Nadie me bloqueó la entrada. Nadie transpuso la puerta. Se me dejó pasar —se me abandonó— hasta que, espontáneamente, me detuve a tres metros de la botella prisionera en la bolsa de plástico, recubierta ahora por un manto negro-parduzco: el manto era de arañas. La contemplé un momento en silencio.

—¡Venga! —me ordenaron y, nuevamente, las hileras de burócratas curiosos zigzaguearon por el depósito hasta desembocar en un cilindro también negro-parduzco, un enjambre descomunal de arañas enfurecidas que se atacaban entre sí y caían semiparalizadas al piso dando lugar a que treparan otras. Aquella muchedumbre tenía la forma y dimensión de la bobina gigante de papel, que estaba rodeada por otras, muchísimas, bobinas similares, pero que no tenían el manto de arañas, en las que en cambio se podía leer nítidamente esta inscripción "Editorial Imágenes, S.A.".

Saltemos un poco los detalles y vayamos ahora a esa mañana en la que yo, sentado en la oficina del Gerente de Relaciones Públicas, trataba inútilmente de que Editorial Imágenes me vendiese la bobina. Estaba decidido a solicitar un crédito bancario, a escribir a la Argentina para que mis parientes me giraran unos dólares, a vender mi coche, a cualquier cosa con tal de adquirir aquella bobina y quemarla. Tenía que evitar que ese papel impregnado con mi extracto se usara para imprimir y diseminar así un poderoso ataractivo de arañas. El gerente, con cabeza de dedo gordo del pie, fruncía algo que por la posición por encima de la papada debía ser su boca y su nariz, como si ese gesto le propiciara los pensamientos, o fuera una señal para que yo continuara suministrándole pequeñas dosis explicativas, cada vez más desesperanzadas e inoperantes. "Costó limpiarla", me pareció escuchar. "El papel escasea", argumentó, "lo están racionando". Tuve la esperanza de que quizá fuera un ardid para subirle el precio que, por otra parte, desconocía y aún desconozco.

—Estoy dispuesto a pagarles lo que ustedes... —comencé a proponer, adoptando una voz de sobornadora utilería, pero Dedo Gordo volvió a generar una boca:

—Dígame ¿usted tiene alguna editorial clandestina...? ¿Acaso piratea ediciones...? ¿Pornografía?

Llegué a casa con el alma simplemente destartalada y pensé —por Dios que lo pensé— en incendiarles la bodega.

Ninguna autoridad científica quiso tomarme en serio. Las autoridades del Centro dicen que no me pueden ayudar. La Academia Mexicana de la Investigación Científica prometió considerarlo en su próxima reunión ordinaria: mediados del año entrante. Me fui enterando de que, además de novelas, Editorial Imágenes imprime textos escolares, libros de cocina, dos revistas de sociología y una de aeromodelismo. Mi fantasía puede así corporizarse en escenarios plausibles, en los que veo por ejemplo a un señor que se ha quedado dormido en la playa con la cara cubierta por *Fin del Ritual* de Noé Jitrik, a manera de parasol. Y no puedo evitar que se me imponga una imagen de arañas de matorrales y canteros cercanos, impelidas de pronto a surcar la arena caliente rumbo al libro. ¿Cómo ahuyentar la visión de un adolescente que se dirige a comprar madera balsa con "Aeromodelismo de Vanguardia" bajo el brazo? ¿Cómo ignorar que después probará su avioncito en la campiña, que luego se tenderá sobre el pasto a comparar su obra con el modelo de la revista y que, cuando sienta escorzores en su espalda, los desestimará incautamente suponiendo que acaso lo roza un cardo? No puedo soportar la visión de ejércitos de *Stegodyphus*, u otras miglias por el estilo, acantonadas provisoriamente detrás de los libros de una biblioteca porque, entre ellos, hay uno de Editorial Imágenes que exhala feromonas. Señor lector: si es que usted anduvo con alguna publicación similar, no me acostaría en su cama sin antes mirar muy concienzudamente entre los pliegues de la colcha, sacudirlos, golpearlos con una palmeta. Por nada del mundo pondría la mano donde no pueda poner el ojo.

Llamé varias veces por teléfono a Editorial Imágenes para pedir citas, argumentar, ofrecer dinero por la bobina. Nada. Quería explicarles que si bien el papel está seco, pues el solvente se evapora rápidamente, ahora está impregnado de una sustancia que es propagada por las corrientes de aire, de manera que las arañas de varias manzanas a la redonda van a ser excitadas y atraídas. Nada.

He ido a *El Universal*, al *unomásuno* a *La Jornada* y a *El Día* con avisos clasificados en los que exponía el problema y aconsejaba abstenerse de comprar cualquier publicación de Editorial Imágenes. Nada. Ni pagando me los quieren publicar. En *El Sol de México* me preguntaron no sin cierta mordacidad, si no había oído hablar de juicios por difamación.

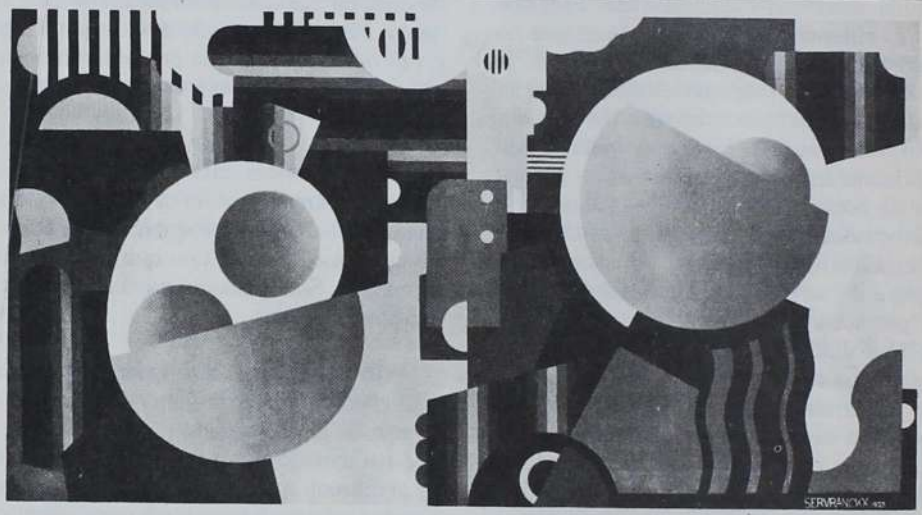
Fue entonces que descubrí que la revista *Avance y Perspectiva* del CINVESTAV, es decir, esta que usted tiene en sus manos, acepta publicar relatos científicios y hasta uno que otro cuento de vez en cuando. Se me ocurrió escribir entonces este relato y mandárselos.

Acabo entonces este raconto chambón. Y no digo chambón para despertar misericordia hacia la calidad de mi relato, sino porque si bien es preciso que sea tomado como cuento, sea aceptado y reciba la difusión que necesita, esta forma frangollona, adoptada de exprofeso, tiene por objeto lograr que el CINVESTAV me tome por un cuentista un tanto ocurrente, un amateur inofensivamente cursi y me lo publique, y que Editorial Imágenes no piense que ya colmé la medida y me mande a la cárcel. (No es que sea paranoico, pero por las dudas lo firmaré con un seudónimo) ¿Qué otra cosa podría hacer? Estuve dispuesto a empeñarme hasta los dientes comprando la dichosa bobina. Por ahí hasta tenemos suerte, el relato aparece publicado, y la gente comienza a quemar las publicaciones de Editorial Imágenes. Pues, si bien la mayoría lo ha de mirar con sorna indulgente, no faltará quien recuerde algo que ha visto, quien lo tenga en cuenta si es que aparece alguna noticia en la tele, quien adopte precauciones y evite así más de una fatalidad. Es por eso que ahora lo dejo en sus manos, y vuelvo a rogar: quiera Dios que usted, al menos, me tome en serio. ❀

espacio abierto

Cómo escribir mal

Siguiendo unos pocos principios y con un poco de esfuerzo, cualquier persona puede perfeccionarse en la técnica de esconder sus ideas.



Paul W. Merrill

Son numerosos los libros y artículos sobre el arte de escribir bien, pero ¿dónde puede uno encontrar consejos prácticos y seguros sobre cómo escribir mal? Una mala redacción es tan común que cualquier persona instruida debería saber algo acerca de ella. Muchos científicos escriben muy mal, pero quizás sólo lo hacen líricamente, sin percibir claramente cómo logran sus resultados. Un artículo con reglas para escribir mal pudiera ayudarles. Este autor se considera a sí mismo capacitado para hacer tal artículo, ya que puede escribir mal sin siquiera proponérselo.

El estudiante medio encuentra sorprendentemente fácil aprender los trucos esenciales de una mala redacción; aunque para ser consecuente en ese trabajo, deben conocerse unos cuantos principios esenciales:

I. Olvide al lector.
II. Sea locuaz, vago y pomposo.
III. Use lastre.
IV. No revise.

Paul Willard Merril (1887-1961) fue un distinguido astrónomo, conocido principalmente por sus investigaciones sobre atmósferas estelares. Desarrolló la mayor parte de su trabajo en el Observatorio de Mount Wilson. Este artículo fue publicado originalmente en *The Scientific Monthly* (Vol. 64, No. 1, 1947) con el título de "The Principles of Poor Writing". La presente versión en español apareció en la revista *Física*, que luego se transformó en la ya desaparecida *Naturaleza* de la UNAM, en el Vol. 2, No. 5 (junio de 1970).

Olvide al lector

El mundo está dividido en dos grandes grupos: usted y los otros. Un poco de oscuridad o tortuosidad al escribir mantendrá a los otros a distancia segura; si se acercan pudieran ver demasiado.

Escriba como si se tratara de un diario personal, mantenga su mente concentrada en usted mismo y en el tema sin pensar en el lector. Usted, el tema y el lector forman un triángulo pernicioso; esto es fundamental. Tomar constantemente en cuenta la probable reacción del lector es una seria amenaza a la mala redacción; además, requiere un esfuerzo mental considerable. Un argumento lógico es que si usted escribe lo suficientemente mal, sus lectores serán tan pocos que no valdrá la pena preocuparse por ellos.

Ignore al lector siempre que pueda. Si, por ejemplo, el título de un artículo, significa algo para usted, deténgase, no piense más; cuando el título desconcierta o desorienta al lector, usted ha ganado ya el primer asalto. En igual forma, el resto del artículo debe escribirlo para usted mismo, no para el lector. Practique una técnica de rostro impasible manteniendo todos los hechos e ideas en el mismo nivel, dándoles el mismo énfasis, sin indicaciones sobre su importancia relativa y/o su conexión lógica. Use frases largas con muchas ideas débilmente relacionadas entre sí. La conjunción *y* es el lazo de unión más frecuentemente empleado en una mala redacción, ya que no indica causa o efecto, ni distingue entre las ideas principales y las subordinadas. Rara vez en la mala redacción aparece un *porque*, o un "punto y coma", puesto que ambos son reemplazados por *y*.

Disfrace las transiciones del pensamiento. Evite palabras de conexión como *además, no obstante, por otra parte*. Si es incapaz de resistir la tentación de señalar un cambio de pensamiento, use *sin embargo*. Una mala oración bien puede comenzar con *sin embargo*, porque para el lector, sin idea de lo que sigue, *sin embargo* es una expresión demasiado vaga para ser útil. Una buena oración empieza con el sujeto o con la frase que debe destacarse.

El "antecedente oculto" es un truco común de la mala redacción; use un pronombre para referirse a un nombre muy lejano, o para otro francamente subordinado en el pensamiento o en la sintaxis; también el pronombre puede referirse a algo no expresado directamente. Si desea jugar un poco con el lector ofrézcale como carnada el antecedente equivocado y quedará admirado de cuán fácilmente pesca al pobre pez.

Al olvidar al lector evite las construcciones paralelas, la frase equivalente más sencilla, que pudiera aclarar el sentido con demasiada facilidad. No necesito detallar, porque usted probablemente invierte con frecuencia el orden regular de las palabras. Debe haber sido un alma cándida la que dijo: "cuando el pensamiento es paralelo, hagamos las oraciones paralelas".

En cualquier escrito técnico omita unos cuantos detalles, sobre todo aquellos datos que la mayor parte de los lectores necesitan saber. Usted tuvo que descubrir estas cosas por el camino difícil, ¿por qué hacerlas fáciles para el lector? Evite definir los símbolos, nunca especifique las unidades en que presenta los datos. Por supuesto, sería rebajar su dignidad dar valores numéricos de las constantes en las fórmulas. Con estas omisiones, algunos escritos resultarán demasiado cortos, pero puede alargarlos explicando cosas que no necesitan explicación. Al describir tablas, conceda especial atención a los encabezados que se explican por sí mismos, y deje al lector que averigue el significado de Pe.

Sea locuaz, vago y pomposo

Los pecados capitales del mal escribir son la sencillez y la concisión. Evite ser específico, eso lo limita. Use bastante lastre: incluya muchas palabras y oraciones superfluas. Un optimismo forzado le sugiere al escritor que la verborrea sirve como una envoltura, o como un halo místico por medio del cual puede glorificarse una idea. Una nube de palabras oculta los defectos de la observación o el análisis, bien por la oscuridad que provoca o porque distrae la atención del lector. Introduzca nombres abstractos en todo instante; por ejemplo: "aún en aquellos *casos* donde la *magnitud del movimiento* en una

dirección hacia abajo no es considerable". Haga uso frecuente de las palabras *caso, carácter, condición, primero y último, tipo, clase, tal, muy.* La mala redacción, como el buen futbol, deslumbra mucho e informa poco. Se usan con frecuencia los adjetivos para dejar perplejo al lector; no cuesta trabajo hacerlos ostentosos o hiperbólicos; por lo menos pueden ser floridos e inexactos.

Use lastre

Biblia: Dar al César lo que es del César.
Mal: Se podría considerar apropiado desde un punto de vista moral o ético, en el caso del César, proporcionar a ese potentado todos aquellos bienes y materiales de cualquier carácter o calidad respecto a los cuales pueda comprobarse que tuvieron su fuente original en cualquier parte del dominio de este último.

Shakespeare: No soy orador como Bruto.
Mal: El que habla no es lo que pudiera llamarse un adepto a la profesión de la oratoria, como puede decirse propiamente del señor Bruto. (Ejemplo de P. W. Swin, *Amer. J. Physics,* 13, 318, 1945).

Conciso: Las fechas de varias observaciones son dudosas.
Mal: Se debería mencionar que en el caso de varias observaciones hay lugar para una duda considerable respecto a la exactitud de las fechas en que aquéllas fueron realizadas.

Razonable: Ocurren cambios excepcionalmente rápidos en el espectro.
Mal: Ocurren en el espectro cambios que son bastante excepcionales respecto a la rapidez de su aparición.

Razonable: Hay grandes dificultades matemáticas y de observación.
Mal: Se encuentran dificultades formidables de naturaleza tanto matemática como observacional.

La palabra "caso"

Razonable: Dos manchas solares cambiaron con rapidez.

Mal: Hay dos casos en los cuales las manchas solares cambiaron con una rapidez considerable.

Razonable: Tres estrellas son rojas.
Mal: En tres casos las estrellas tenían color rojo.

Impresione (por ejemplo)

Inmaculada precisión de observación y cálculos extremadamente delicados...

Esto probará al instante un mundo imponderable, etéreo. Nuestras acciones serán grandiosas.

Qué bueno que nunca cese la energía pulsante del gran dínamo proveedor de la vida que hay en el cielo. Bueno es también que nos encontremos a una distancia segura del flamante remolino en el cual la Tierra podría caer como una pelotita de basura arrojada en las brasas ardientes de un gran fuego.

No revise

Escriba apresuradamente, de preferencia cuando esté cansado. Hágalo sin plan, escriba los puntos conforme se le ocurran. Así, el artículo será espontáneo y malo. Entregue su manuscrito en el momento de terminarlo. Releerlo pocos días después podría llevar a correcciones, que rara vez empeoran el estilo. Si usted proporciona su manuscrito a algunos colegas (una mala práctica), no preste atención a sus críticas y comentarios. Más tarde, resista firmemente toda sugerencia del editor. Debe ser fuerte e infalible, no deje que nadie doblegue su personalidad. El crítico puede tratar de ayudarle, o puede tener algún otro propósito, pero la probabilidad de que mejore su escrito es tan grande que debe estar siempre en guardia.

*Sugerencia final para escribir mal**

No lea ningún libro sobre cómo escribir bien. No consulte jamás el diccionario ni ningún libro de gramática.

* En el original el autor dio una serie de ejemplos, en el idioma inglés, de libros que sugiere no leer para escribir mal —*La redacción*—.

Indice del volumen 8

Indice de materias

Claves: (B) Biología (CB) Ciencias Biomédicas (CM) Ciencias del mar (C) Correspondencia (DC) Divulgación de la ciencia (EA) Evaluación (EO) Evolución (F) Física (FBN) Fisiología, Biofísica y Neurociencias (FVM) Fisiología vegetal moderna (GBM) Genética y Biología Molecular (E) Investigaciones educativas (I) Iconografía (IE) Ingeniería eléctrica (ID) Investigación y docencia (NC) Noticias de Centro (PC) Problemas de la ciencia (Q) Química (V) Varia (VE) Varia epistemológica (DR:EMS) Premio Extractive Metallurgy Science 1989 (DR:PLIF) Premio Lola e Igo Flisser (DR:PW) Premio Weizmann 1988 El número que aparece en el índice se refiere al número de *Avance y Perspectiva.*

Ciencias Biomédicas

Nota sobre la *Introducción a la estadística en las ciencias biomédicas* de Jorge García Peña (Pedro A. Lehmann F.) 39

Ciencias del mar

Manejo y administración de pesquerías tropicales (Francisco Arreguín Sánchez) 37

Estudio Interdisciplinario de la Ría de Lagartos (R. Murguía, J. Correa, E. Batllori, E. Boege y G. de la Cruz) 39

Estudio comprensivo de los ecosistemas costeros de la Península de Yucatán (Luis Capurro F. y Gustavo de la Cruz A.) 40

Divulgación de la ciencia

Una manera de escribir un artículo de divulgación científica(J.B.S. Haldane. Nota y traducción de Carlos Chimal) 37

Cómo escribir mal (Paul W. Merrill) 40

Evaluación académica

La evaluación de trabajo científico (Hugo Aréchiga U.) 37

La evaluación del trabajo académico en investigaciones educativas (María de Ibarrola) 37

Criterios de evaluación del trabajo académico, científico y tecnológico del CINVESTAV 37

Definición operativa de categorías académicas en el CINVESTAV 37

El Consejo Consultivo de Ciencias (Adolfo Martínez Palomo) 38

Los criterios de evaluación del CINVESTAV en relación con los departamentos de ingeniería (Juan Luis del Valle Padilla) 38

La evaluación del trabajo académico en Matemática educativa (Guillermina Waldegg) 39

Evolución

Evolución hoy (Presentación de Martha Susana Fernández) 38

Biofísica de la evolución (Marcelino Cereijido) 38

Evolución de los sistemas bioenergéticos (Carlos Gómez Lojero) 38

El genoma: ¿Unidad de selección evolutiva? (Ma. del Carmen Gómez Eichelmann) 38

Charles Darwin: Un elogio
(Stephen Jay Gould.
Nota y traducción de Carlos Chimal) 38

Física
Newtonismo, reduccionismo y el Supercolisionador
(Steven Weinberg.
Nota de Miguel Angel Pérez Angón
y traducción de Carlos Chimal) 39
Caracterización de la superficie de los sólidos
(Mario H. Farías Sánchez) 40
Nota sobre *Historia del tiempo, del Big Bang a los agujeros negros* de Stephen Hawking
(Miguel Angel Pérez Angón) 40

Fisiología, Biofísica y Neurociencias
Ramón Alvarez-Buylla: 70 años de entusiasmo y fe en la ciencia
(Pablo Rudomín) 37
Pablo Rudomín: Mis segundos 25 años en el Centro
(Carlos Chimal y Rubén López Revilla) 39

Fisiología vegetal moderna
Micotoxinas en el bajío guanajuatense
(Doralinda Guzmán de Peña) 40

Genética y Biología Molecular
Nota sobre Rosalind Franklin y el DNA, de Alicia García Bergua 38

Iconografía
Portada de Felicity Rainnie 37
Fotos de Edward Weston, Agustín Estrada y Pedro Hiriart 37
Fotos de Agustín Estrada y Pedro Hiriart 38
Oleos y tintas de Mabel Blanca Fernández 38
Portada de Mabel Blanca Fernández 38
Portada de Agustín Estrada 39
Fotos de Jesús García Barrón, Jorge Correa Sandoval, Agustín Estrada y Pedro Hiriart 39
Ilustraciones de Flora Goldberg y Walter de María 39

Ingeniería eléctrica
La microelectrónica óptica
(Julio G. Mendoza Alvarez) 37
Microscopía de tunelamiento electrónico de barrido
(Rigoberto García Cantú y Miguel Angel Huerta Garnica) 39

Investigaciones educativas
Los libros de texto gratuitos de ciencias naturales y la investigación en enseñanza de las ciencias
(Ma. Antonia Candela) 37
Nota sobre *Procesos escolares cotidianos y práctica docente* de Elsie Rockwell y Ruth Mercado
(Josefina Granja C.) 37
A propósito de la educación, la escuela y los maestros: cuatro antologías del DIE, de Olac Fuentes Molinar, María de Ibarrola, Susana Quintanilla y Elsie Rockwell
(Josefina Granja C.) 37
Innovaciones educativas: Un programa integral de ciencias
(Mario García Hernández) 40

Problemas de la ciencia
La crisis económica del país: El futuro del CINVESTAV y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología
(E. Frixione, R. López Revilla, A. Escobosa, J. Mimila, L. A. Torres, J. L. Reyes, C. Falcony, O. Rojas y D. Muñoz) 38

Química
Semblanza de Pedro Joseph-Nathan
(Rosalinda Contreras T.) 38
Un joven científico de grandes pasiones
(Rosalinda Contreras T.) 38
Los compuestos de estaño como agentes antitumorales
(Teresa Mancilla Percino) 39
Descubrimientos accidentales en química que han mejorado nuestra vida
(Eusebio Juaristi) 40

Varia
La fiesta de los Premios Nobel en Lindau
(Rosalinda Contreras T.) 40
Quiera Dios que usted me tome en serio
("Novienealcaso") 40

Varia epistemológica
Los investigadores se dividen en los dogmáticos y los que no existen
(Marcelino Cereijido) 37
¿Para qué sirve la Historia de la ciencia?
(Rolando García B.) 39
Interdisciplinariedad
(Rolando García B.) 40

Indice de autores

A
Hugo Aréchiga U. *La evaluación de trabajo científico* (EA) 37
Francisco Arreguín Sánchez *Manejo y administración de pesquerías tropicales* (CM) 37

B
E. Batllori (ver R. Murguía)
E. Boege (ver R. Murguía)

C
Ma. Antonia Candela *Los libros de texto gratuitos de ciencias naturales y la investigación en enseñanza de las ciencias* (E) **37**
Luis Capurro F. y Gustavo de la Cruz A. *Estudio comprensivo de los ecosistemas costeros de la Península de Yucatán* (CM) **40**
Marcelino Cereijido *Biofísica de la evolución* (EO) **38**
Marcelino Cereijido *Los investigadores se dividen en los dogmáticos y los que no existen* (VE) **37**
Carlos Chimal y Rubén López Revilla *Pablo Rudomín: Mis segundos 25 años en el Centro* (FBN) **39**
Rosalinda Contreras T. *Semblanza de Pedro Joseph-Nathan* (Q) **38**
Un joven científico de grandes pasiones (Q) **38**
La fiesta de los Premios Nobel en Lindau (V) **40**
Jorge Correa Sandoval (I) **39**
Jorge Correa Sandoval (ver R. Murguía)
Gustavo de la Cruz (ver R. Murguía)
Gustavo de la Cruz A. (ver Luis Capurro F.)

E
A. Escobosa (ver E. Frixione)
Agustín Estrada (I) **37**
Agustín Estrada (I) **38**
Agustín Estrada (I) **39**
Agustín Estrada (I) **40**

F
C. Falcony (ver E. Frixione)
Mario H. Farías Sánchez *Caracterización de la superficie de los sólidos* (F) **40**
Martha Susana Fernández Presentación a *Evolución hoy* (EO) **38**
Mabel Blanca Fernández óleos y tintas (I) **38**
David J. Fernández C. y Rigoberto García Cantú *Atomos sin núcleo como nuevos patrones de tiempo* (F) **40**
E. Frixione, R. López Revilla, A. Escobosa, J. Mimila, L. A. Torres, J. L. Reyes, C. Falcony, O. Rojas y D. Muñoz *La crisis económica del país: El futuro del Cinvestav y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología* (PC) **38**

G
Jesús García Barrón (I) **39**
Alicia García Bergua Nota sobre Rosalind Franklin y el DNA (GBM) **38**
Rolando García Boutigue *¿Para qué sirve la Historia de la ciencia?* (VE) **39**
Rolando García Boutigue *Interdisciplinariedad* (VE) **40**
Rigoberto García Cantú y Miguel Angel Huerta Garnica *Microscopía de tunelamiento electrónico de barrido* (IE) **39**
Rigoberto García Cantú (ver David J. Fernández C.)
Mario García Hernández *Innovaciones educativas: Un programa integral de ciencias* (E) **40**
Patricio Gariglio *Las bases moleculares del cáncer humano* (BC) **40**
Flora Goldberg (I) **39**
Ma. del Carmen Gómez Eichelmann *El genoma: ¿Unidad de selección evolutiva?* (EO) **38**
Carlos Gómez Lojero *Evolución de los sistemas bioenergéticos* (EO) **38**
Josefina Granja C. Nota sobre *Procesos escolares cotidianos y práctica docente* de Elsie Rockwell y Ruth Mercado (E) **37**
A propósito de la educación, la escuela y los maestros: cuatro antologías del DIE, de Olac Fuentes Molinar, María de Ibarrola, Susana Quintanilla y Elsie Rockwell (E) **37**
Doralinda Guzmán de Peña *Micotoxinas en el bajío guanajuatense* (FVM) **40**

H
J.B.S. Haldane *Una manera de escribir un artículo de divulgación científica* (Nota y traducción de Carlos Chimal) **37**
Pedro Hiriart (I) **38**
Pedro Hiriart (I) **39**
Miguel Angel Huerta Garnica (ver Rigoberto García Cantú)

I
María de Ibarrola *La evaluación del trabajo académico en investigaciones educativas* (EA) **37**

J
Stephen Jay Gould *Charles Darwin: Un elogio* Nota y traducción de Carlos Chimal (EO) **38**
Eusebio Juaristi *Descubrimientos accidentales en química que mejoraron nuestra vida* (Q) **40**

L
Pedro A. Lehmann F. Nota sobre la *Introducción a la estadística en las ciencias biomédicas* de Jorge García Peña (BM) **39**
Rubén López Revilla (ver Carlos Chimal)
R. López Revilla (ver E. Frixione)

M
Teresa Mancilla Percino *Los compuestos de estaño como agentes antitumorales* (Q) **39**
Walter de Maria (I) **39**

Adolfo Martínez Palomo *El Consejo Consultivo de Ciencias* (EO) 38
Julio G. Mendoza Alvarez *La microelectrónica óptica* (IE) 37
Paul W. Merrill *Cómo escribir mal* (DC) 40
J. Mimila (ver E. Frixione)
D. Muñoz (ver E. Frixione)
R. Murguía, J. Correa, E. Batllori, E. Boege y G. de la Cruz *Estudio Interdisciplinario de la Ría de Lagartos* (CM) 39
"Novienealcaso" *Quiera Dios que usted me tome en serio* (V) 40

N
Héctor O. Nava Jaimes *El posgrado en el CINVESTAV. Una estrategia posible* (ID) 40

P
Miguel Angel Pérez Angón Nota sobre *Historia del tiempo, del Big Bang a los agujeros negros* de Stephen Hawking (F) 40

R
Felicity Rainnie (I) 37
La Redacción *Criterios de evaluación del trabajo académico, científico y tecnológico del CINVESTAV* (EO) 37
Definición operativa de categorías académicas en el CINVESTAV (EO) 37
J. L. Reyes (ver E. Frixione)
O. Rojas (ver E. Frixione)
Pablo Rudomín *Ramón Alvarez-Buylla: 70 años de entusiasmo y fe en la ciencia* (FBN) 37

T
L. A. Torres (ver E. Frixione)

V
Juan Luis del Valle Padilla *Los criterios de evaluación del CINVESTAV en relación con los departamentos de ingeniería* (EA) 38
Francisco M. de la Vega *No todas las enzimas son proteínas* (Q) 40

W
Guillermina Waldegg *La evaluación del trabajo académico en Matemática educativa* (EA) 39
Steven Weinberg *Newtonismo, reduccionismo y el Supercolisionador* Nota de Miguel Angel Pérez Angón y traducción de Carlos Chimal (F) 39
Edward Weston (I) 37

Indice onomástico

Carlos Salinas de Gortari *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
José Adem *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Carlos Casa Campillo *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Jorge Cerbón *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Mayra de la Torre *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Enrique Hong *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Adolfo Martínez Palomo *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Pablo Rudomín *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
José Ruiz Herrera *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Jorge Suárez Díaz *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Guillermo Soberón *Consejo Consultivo de Ciencias* (NC) 37
Raúl Talán Ramírez *Visita al Centro* (NC) 37
José Luis Rodríguez *Visita al Centro* (NC) 37
Carlos R. Ramírez Villaseñor (NC) 37
Héctor O. Nava Jaimes (NC) 37
Patricio Gariglio (NC) 37
Salvador Said Fernández (NC) 37
Juan Mora Galindo (NC) 37
Benito D. Mata Cárdenas (NC) 37
José Ruiz Ordóñez (NC) 37
María Teresa González Garza (NC) 37
Leticia Navarro Marmolejo (NC) 37
Rubén López Revilla (NC) 37
Manuel de J. Acosta (NC) 37
María de Jesús Franco G. (NC) 37
Alfredo Larios S. (NC) 37
Rosa Olivia Cañizares V. (NC) 37
David Muñoz Rodríguez *Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica* (NC) 37
Juan Milton Garduño *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37
Jorge Aceves Ruiz *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37
Víctor Alemán Alemán *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37
Mario García Hernández *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37
Carlos Imaz Jahnke *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37
Pedro Joseph Nathan *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) 37

Pedro Lehmann Feitler *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) **37**
Ma. Teresa Rivas Villafuerte *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) **37**
Manuel V. Ortega *Reconocimiento a profesores con 20 y 25 años* (NC) **37**
Rolando García Boutigue *1a. reunión de egresados de la maestría en Matemática educativa* (NC) **37**
Jesús Alarcón *1a. reunión de egresados de la maestría en Matemática educativa* (NC) **37**
Enrique Campesino Romeo *1a. reunión de egresados de la maestría en Matemática educativa* (NC) **37**
Mario Ramón Beteta *Expo México Industrial 89* (NC) **37**
Humberto Castillejos Escobar (DR:EMS/NC) **37**
J. K. Brimacombe (DR:EMS/NC) **37**
Patrica Talamás Rohana (DR:PW/NC) **38**
Isaura Meza (NC) **38**
Han Ping Hong (NC) **38**
Sofía E. Acosta Ortiz (NC) **38**
Alfonso Lastras (NC) **38**
José Luis Arauz Lara (NC) **38**
Magdaleno Medina N. (NC) **38**
Rolando Cavazos Cadena (NC) **38**
Onésimo Hernández Lerma (NC) **38**
Gabino Torres Vega (NC) **38**
José Norberto Farfán (NC) **38**
Rosalinda Contreras T. (NC) **38**
Rodrigo Huerta Q. (NC) **38**
Enrique Hong (NC) **38**
Marisabel Mourelle M. (NC) **38**
Rossana Arroyo V. (DR: PLIF/NC) **38**
José Eduardo San Esteban (NC) **38**
María Esther Orozco (NC) **38**
Francisco Javier Solís M. (NC) **38**
Emilia Ferreiro (NC) **38**
Rolando Víctor García (NC) **38**
Jaime Castrejón Díez *Visita Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados* (NC) **38**
Héctor O. Nava Jaimes *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Fidel Ramón *Visita comisión de Ciencia y tecnología de la Cámara de Diputados* (NC) **38**
Adolfo Martínez Palomo (DR: MO/NC) **38**
Elsie Rockwell Visita comisión de Ciencia y tecnología de la Cámara de Diputados (NC) **38**
Agustín Enciso Muñoz (NC) **38**
Bruno González (NC) **38**
Cecilia Montañez O. *Jefa de Genética y Biología Molecular* (NC) **38**
Carlos Argüello (NC) **38**
Jcques A. Chartier de Sedouy *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Jesús Kumate *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Oscar Joffre Velázquex *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Elia Moreno Burciaga *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Jean Claude Savoir *Diploma Pasteur al Centro* (NC) **38**
Carlos Salinas de Gortari *Premio Miguel Otero* (NC) **38**
Gabriel Guarneros P. (NC) **38**
Luis Alfonso Torres *Jefe de Química* (NC) **38**
Rosalinda Contreras T. (NC) **38**
Hildeberto Jardón A. *Jefe de la Sección de Comunicaciones* (NC) **38**
Rubén Barrera *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
Eduardo Carrillo *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
José Luis Carrillo *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
Eugenio Cetina *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
Francisco Mejía Lara *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
Julio Rubio *Evaluación del programa de posgrado en Física* (NC) **39**
Manuel Méndez Nonell (NC) **39**
Jesús Velázquez Rodríguez (NC) **39**
Enrique Antoniano M. *Jefe de Matemáticas* (NC) **39**
Fidel Ramón R. Inicio de labores de la COPBEP 1989 (NC) **39**
Enrique Campesino R. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Isaura Meza Gómez Palacio *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Eugenio Frixione G. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Ciro Falcony G. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
MIguel A. Pérez Angón *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Cristóbal Vargas J. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Fernando Esparza García *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Jaime Mimila A. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
David Muñoz R. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Antonia Candela M. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Guillermina Waldegg C. *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Eduard Weiss Horz *Inicio de labores de la COPBEP 1989* (NC) **39**
Alberto Darszon (DR:BG/NC) **38**
Esteban Enríquez C. (NC) **39**
Gerardo Moreno López (NC) **39**
Luis Manuel Villaseñor (NC) **39**

Información para los autores de Avance y Perspectiva

La revista *Avance y Perspectiva* (A y P), órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), es una publicación trimestral editada por la Secretaría Académica. A y P publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos escritos por miembros de la comunidad del CINVESTAV. Los artículos y notas que se propongan para ser publicados en A y P deben enviarse por triplicado a:

Editor, *Avance y Perspectiva*
Secretaría Académica
CINVESTAV
Apdo. Postal 14-740
07000 México, D.F.
Tel.: 586-42-37

Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial. El contenido de los artículos de divulgación debe dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el CINVESTAV. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso. Estas contribuciones deben estar escritas a máquina, a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 20 cuartillas. Para agilizar el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en microcomputadora, además del texto impreso en papel, deben enviar su texto grabado en un disco suave. Los procesadores de textos útiles para este propósito son: *Microsoft Word, Word Perfect, PCwrite, Xy write III, Wordstar y Multimate.*

Para evitar errores de edición, se recomienda que los archivos estén escritos en dódigo ASCII, esto es, se deben leer claramente desde el sistema operativo. El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud conveniente.

Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión. Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos. Se sugiere elaborar un resumen al principio del artículo, no mayor de cinco líneas, a manera de introducción, que atraiga el interés del lector. Las referencias bibliográficas aparecerán completas al final del texto; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estarán numeradas en el orden de aparición en el texto.

Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar con tinta china sobre papel albanene o mantequilla de buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, sólo se aceptarán en esta etapa correcciones mínimas al texto original.

CINVESTAV/IPN

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN FÍSICA

PRIMAVERA 1990

Examen de admisión 7-8 de marzo
Cursos propedéuticos 12 de marzo al 8 de junio

VERANO 1990

Examen de admisión 11-12 de junio
Cursos propedéuticos 14 de junio al 17 de agosto

Inicio de cursos de maestría 4 de septiembre

Para mayor información: Apdo. Postal 14-740 07000 México, D.F.
Tel. 754-68-01

CENTRO DE INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL IPN