



CBYS027791

AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Vol. 12, enero-febrero de 1993

México ISSN 0185-14111 • N\$ 5.00



BIBLIOTECA
AREA BIOLOGICA
CINVESTAV

**CMIMSA: en busca del
círculo virtuoso**

Moléculas vivientes

A propósito del SNI

Carlos Fernández Tomás

**Los Premios Nobel en
Ciencias 1992**

Maestría y Doctorado

BIOTECNOLOGIA DE PLANTAS



Opciones:

*Biotecnología y Bioquímica
Ingeniería Genética
(Doctorado únicamente)*

Examen de admisión: *Ultima semana de enero y agosto*

Iniciación de cursos: *Primera semana de febrero y
septiembre (La maestría inicia en
septiembre únicamente)*

Informes:

*Coordinación Académica
CINVESTAV - IPN
Unidad Irapuato
Apartado Postal 629 36500 Irapuato, Gto.
Tel. (462) 5 16 00 Fax. (462) 5 12 82*



CINVESTAV

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato
Km 9.6 libramiento Salamanca-León Irapuato, Gto.

AVANCE Y PERSPECTIVA

**Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del IPN-CINVESTAV**

Director: Feliciano Sánchez Sinencio
Secretario Académico: Julio G. Mendoza Alvarez
Editor: Miguel Angel Pérez Angón
Coordinación editorial: Martha Pérez de Izarrarás
Diseño y cuidado de la edición:
Rosario Morales A. y Ana Laura Ramírez Y.
Corrección de estilo: Carlos Chimal
Tipografía: Carolina Herrera Z.

CONSEJO EDITORIAL

René Asomoza,
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Marcelino Cerejido,
Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias
Rosalinda Contreras,
Departamento de Química
María de Ibarrola,
Departamento de Investigaciones Educativas
Jesús González Hernández
Unidad Saltillo
Rubén López Revilla,
Departamento de Biología Celular

Fotografía: Alfonso Medina
Apoyo: Sección de Fotografía del CINVESTAV
Captura: Ma. Eugenia López y Pilar Moreno
Distribución: Sección coordinadora de cursos en provincia

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral editada por la Secretaría Académica del CINVESTAV. El número correspondiente a enero-febrero de 1993, volumen 12, se terminó de imprimir en diciembre de 1992. El tiraje consta de 7,000 ejemplares. **Editor responsable:** Miguel Angel Pérez Angón. Oficinas: Av. 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 otorgado 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:** Diseño y Reproducción en Artes Gráficas, Quemada 313-301, Col. Narvarte, 03600 México D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número marzo-abril de 1992, vol. 11, pág. 82. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. Publicación patrocinada por el CONACYT.

Avance y Perspectiva se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del Cinvestav y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: N \$ 30.00

SUMARIO

Vol. 12, enero-febrero de 1993

- 3 CMMSA: en busca del círculo virtuoso
Carlos Chimal
- 9 Moléculas vivientes
Angelina Flores Parra
- 17 El posgrado en biología marina del Cinvestav
Dalila Aldana Aranda

Perspectivas

- 25 A propósito del SNI: ayudar es la palabra
Santiago Genovés

Carlos Fernández Tomás: homenaje póstumo

- 29 Semblanza
Cecilia Montañez
- 31 Carlos Fernández Tomás, compañero y amigo
Rubén López Revilla
- 34 Carlos Fernández Tomás, el maestro
José Tapia Ramírez

Noticias del Centro

Documentos

- 42 Julio G. Mendoza Alvarez: amplia competencia internacional
Feliciano Sánchez Sinencio

Los Premios Nobel en Ciencias 1992

- 44 E. Krebs y E. Fischer: *biochemistry is well and alive*
Marta Susana Fernández
- 47 Dos pioneros de la modificación de proteínas
Samuel Zinker
- 49 G. Charpak: detectores de partículas
Gerardo Herrera Corral
- 52 R. A. Marcus: transferencia electrónica
Bárbara Gordillo

Innovaciones Educativas

- 54 W. E. Henry: un clásico del magnetismo
Francisco H. Salas

Libros y Revistas

- 56 *Proceedings of the IV Mexican School of Particles and Fields, Workshop on High Energy Phenomenology*
Lorenzo Díaz Cruz
- 58 *La décima dimensión*, de Jeremy Bernstein
Pedro González Mozuelos
Educación y conocimiento. Eje de la transformación productiva con equidad
María de Ibarrola

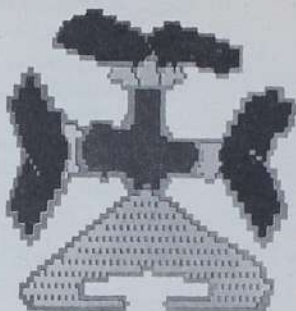
Matices

- 63 El alfabeto griego de los físicos
Sheldon L. Glashow

Portada: Porción de la sección transversal de un alambre superconductor, en una escala 2000x, formado por arreglos hexagonales de siete filamentos de una aleación Nb-Ti inmersos en una matriz de Cu. Foto: Intermagnetics General Corporation.

XVI SIMPOSIO DE FISICA NUCLEAR

5-8 de enero de 1993



Oaxtepec, México

Temas: Estructura nuclear y subnuclear, iones pesados

Comité organizador

E. Belmont-Moreno (IFUNAM)
M. E. Brandan (IFUNAM)
O. Castaños (ICNUNAM)
E. Chávez-Lomelí (IFUNAM)
A. Dacal (IFUNAM)
P. Hess (ICNUNAM)

J. Hirsch (CINVESTAV)
A. Menchaca-Rocha (IFUNAM)
G. Murillo (ININ)
M. E. Ortiz (IFUNAM)
J. Vega (ININ)

Patrocinadores: CLAF, CONACYT, ICNUNAM, IFUNAM, ININ, SEP, SMF y TWAS

Información: M. E. Ortiz, IFUNAM A.P. 20-364, 01000 D.F.
FAX: 548 3111 TELEX: 1774523 UNAMME BITNET: MEORTIZ UNAMVM1

37011818
ACI001010 1374
VAT01000

CMIMSA: En busca del círculo virtuoso

Una nueva entidad, la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. trabaja en el fortalecimiento de un área donde el país expresa debilidades: el paso de la investigación a la obtención de productos.

Carlos Chimal

Conglomerado de siete divisiones

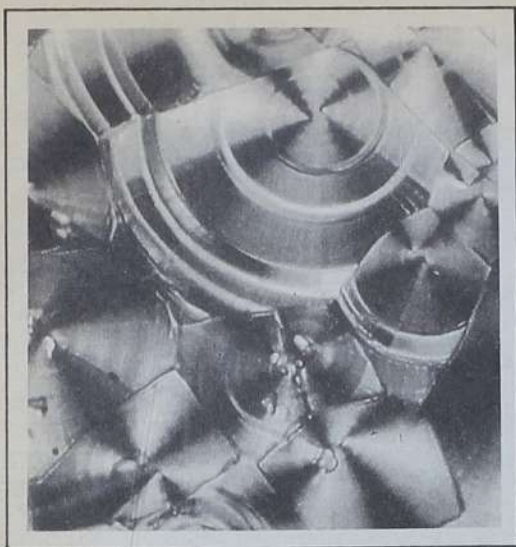
Hace aproximadamente un año, mediante decreto presidencial se acordó que el Instituto de Investigaciones Siderúrgicas de la desaparecida Sidermex, con sede en Saltillo, Coah., podría muy bien incorporarse al Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica debido a una serie de condiciones creadas por el mismo instituto a lo largo de su trayectoria y a que la dirección del CINVESTAV reconoce la experiencia acumulada de su comunidad en las relaciones que desde tiempo atrás se establecen entre la investigación científica y sus aplicaciones tecnológicas.

Hoy, bajo el nombre de Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V. (CMIMSA), y en estrecha coordinación con el CINVESTAV, asistimos al surgimiento no sólo de un laboratorio industrial o una compañía asesora. De hecho, la Corporación cuenta con siete divisiones, siete aristas que giran en torno a un núcleo (innovación, ventaja competitiva y servicio) y que, con el tiempo, deberán desprenderse como entidades útiles a la economía del país. "Tenemos un conglomerado de siete divisiones, y tendremos más", afirma el Dr. Raúl Fuentes, director general de la Corporación. "Conforme se vayan desarrollando nuevas unidades de negocio, se enriquecerán los vínculos con los sectores educativo e industrial." Estas primeras siete unidades son la de Asegura-

miento de Calidad, de Comercialización, de Fundición, de Laboratorios, de Restauración, de Metalurgia en Polvos y de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico, todas ellas agrupadas en una Dirección de Servicios Corporativos, excepto Ingeniería y Desarrollo Tecnológico, que, junto con la Unidad de Planeación, se encuentra en la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico.



Carlos Chimal es escritor y divulgador de la ciencia; ha colaborado en *Avance y Perspectiva* desde su aparición.



Si bien el acero, junto con los autos, barcos, textiles, hule y algunos productos químicos, han dejado de ser fundamentales para el crecimiento económico, las aleaciones siguen jugando un papel central en el progreso tecnológico de un país. Aleaciones resistentes a la corrosión y oxidación, aleaciones magnéticas, refractarias, esto es, que soportan notablemente radiaciones electromagnéticas, todas ellas son materia importante de investigación y están involucradas en servicios que se solicitan con gran frecuencia.

Innovar y vincular: una doble labor de traducción

El círculo, figura que simboliza el más elemental estadio dinámico, puede volverse muy pronto uno vicioso, y sólo con un gran esfuerzo imaginativo es posible mantenerlo como uno virtuoso. No se trata de un simple juego de palabras; en realidad, las relaciones entre la industria y la comunidad científica en nuestro país han sido prácticamente nulas o, una vez establecidas, han perdido su eficacia en poco tiempo. "Tenemos especial interés", dice el Dr. Gregorio Vargas, director de Investigación y Desarrollo Tecnológico, "en mostrarle a los investigadores mexicanos que es posible orientar su tra-

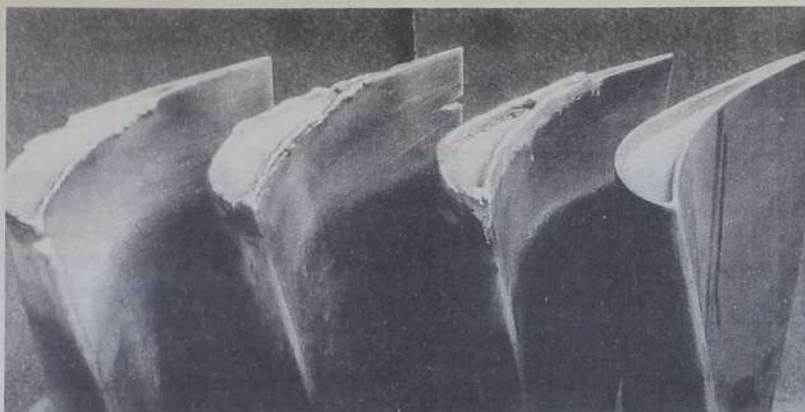
bajo a satisfacer necesidades industriales sin renunciar a la búsqueda del conocimiento".

En célebres laboratorios, como los Bell, la mayoría de los empleados son ingenieros que han trabajado en aplicaciones, no en investigación básica, aunque no por ello esta última dejó de recibir atención particular por aquellos que apoyaron revoluciones de la envergadura de la microelectrónica o la computación. Se requiere, pues, de un delicado equilibrio. Es fundamental descubrir la tensión esencial que guardan tradición científica y desarrollo tecnológico, conocimiento y riqueza material, pensamiento y estrategia empresarial.

Para Thomas Kuhn, no se pueden entender ni la ciencia ni el desarrollo del conocimiento viendo la investigación exclusivamente a través de las revoluciones que produce ocasionalmente. Los profesionales se forman por la práctica de la ciencia normal y no de la extraordinaria. Una mirada cuidadosa a la actividad científica sugiere que, en lugar de la ciencia extraordinaria, es la ciencia normal la que mejor distingue a la ciencia de otras actividades humanas.

La Corporación se encuentra del lado de la ciencia ordinaria, pues, según el Dr. Fuentes, "hay mucho glamour en todo este asunto. La gente piensa en los desarrollos tecnológicos como en saltos espectaculares, en *breakthroughs*, y la verdad es que la industria es menos glamorosa. Sus desarrollos son paulatinos y constantes. Las industrias de éxito han generado productos que se han mantenido a lo largo de 30, 50, 70 años, y que han ido mejorando constantemente. Es en el proceso de perfeccionamiento de un producto, de fabricación, de mercadotecnia y en el ingreso a los mercados de distribución donde hay que librar las mejores batallas".

Innovar es, antes que nada, resolver otro diálogo de sordos entre quienes están convencidos de que la tecnología es empujada hacia el mercado y quienes piensan que el mercado es el que pide, el que necesita la tecnología. Para el M. en C. Carlos Marotto, jefe de la Unidad de Planeación, reunir al investigador y al industrial es exponerlos a una improductiva sesión, en la que cada uno tiene sus imágenes e intereses y, a pesar de que ambos de-



seen lo mismo, es muy probable que desconozcan los procedimientos para alcanzar el éxito. No sólo porque a los investigadores se les mira con un halo de pureza a su alrededor y a los industriales con un signo de pesos, sino porque incluso con la mejor de las intenciones de acercarse y colaborar, acaban por darse cuenta que están haciendo un esfuerzo que no les corresponde realizar. Conforme pasa el tiempo, las pláticas se vuelven tortuosas y se diluyen las metas. Se requiere entonces de un grado de pericia que demuestre tanto al investigador como al industrial que están desempeñándose "sin esfuerzo". Es indispensable una labor de doble traducción.

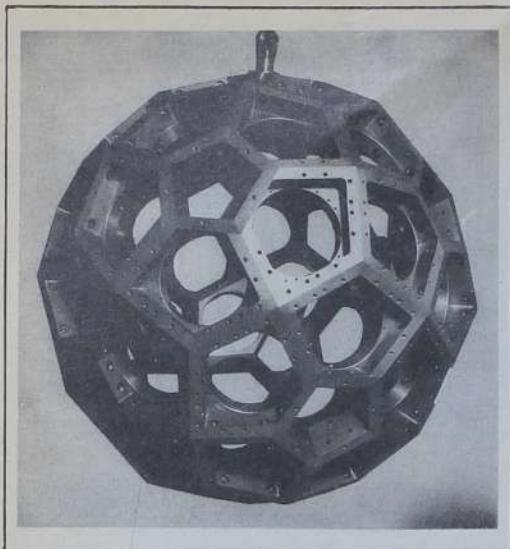
"¿Qué tanto de la educación superior e investigación debe desprenderse hacia la industria?", se pregunta el M. en C. Sergio Marchetti, director de Servicios Corporativos, "¿y qué tanto la industria necesita a la investigación?" Es este de nuevo un asunto de inventiva, de la creatividad que a diario se cultiva en la Corporación, ya que las respuestas deben presentarse en diversos frentes.

Uno de ellos es el análisis y clasificación de la información. Se revisan día tras día las principales noticias económicas a fin de detectar qué venden y qué compran las empresas sobre todo del país, de Norteamérica, Europa y la Cuenca del Pacífico; se mira en el libro semanal de patentes de los Estados Unidos; asisten a todas las exposiciones que pueden, en algunas de las cuales han sido contratados los servicios de la Corporación; se alimenta

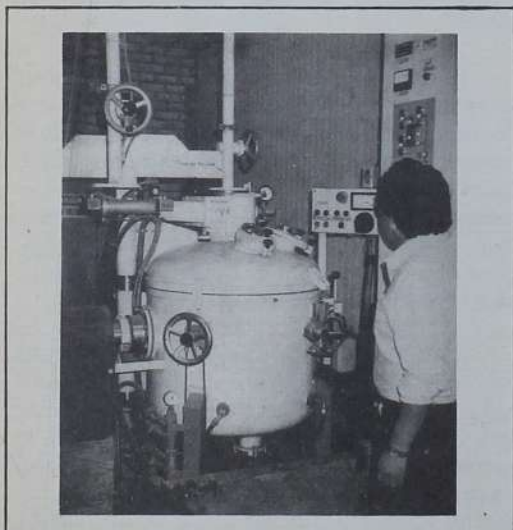
la base de datos constituida por las más importantes revistas de investigación y desarrollo tecnológico; se cuenta, finalmente, con un grupo de consultores externos que se coordina con la junta de asesores de la Corporación para sugerir el nombre de una empresa que solicita servicios o establecer un negocio. "En nuestro caso", dice el M. en C. Carlos Marotto, "o al menos en el mío, que estoy al frente de esta Unidad de Planeación, quisiera ver la información como un material, como un mineral. Hay tanta información en el mundo contemporáneo que el reto consiste en saber cómo extraerla, cómo escudriñar. Al igual que los minerales, hay que procesar, analizar, transportar, vender".

Desde luego, la Corporación no se dedicará simplemente a vender datos valiosos, sino que ha de utilizarlos para montar un negocio. Tampoco se limitará al desarrollo tecnológico, pues sus capacidades también le permiten ofrecer ingeniería, operación, comercialización. "La Corporación", afirma el M. en C. Sergio Marchetti, "más que socios de dinero busca aliados que le abran el mercado, y para ello se requiere de una gran intuición".

La formación de capital financiero se está volviendo menos importante, como un determinante del bienestar de una nación, que la formación de capital humano. El capital financiero es sumamente móvil, cruza las fronteras internacionales con la velocidad de un impulso electrónico. Los ahorros internacionales fluyen por todo el planeta,



hacia donde se les puede aprovechar. En cambio el acervo de capital humano de una nación es relativamente inmóvil en el ámbito internacional, aparte de unos cuantos científicos e ingenieros trotamundos. La especialización, el conocimiento y la capacidad de trabajar en equipo que posea la fuerza laboral de un país determina su nivel de vida colectivo.



Para obtener ventajas competitivas

Hacia fines de 1993, la Corporación se ha propuesto lograr que todas sus unidades de negocio actuales (Aseguramiento de calidad, Fundición, Restauración metalúrgica de componentes, Comercialización de productos de línea, Servicios de laboratorio, Metalurgia de polvos y productos cerámicos y, finalmente, Ingeniería y desarrollo tecnológico) sean empresas autosuficientes, con un alto valor agregado en los productos o servicios que generen. Debe existir una casa matriz activa que mantenga vigorosos los signos vitales de lo que de otra forma sería sólo un centro de operaciones más dedicado a la Investigación y Desarrollo. La Corporación intenta que cada una de dichas unidades de negocio encuentre su propia casa impulsora.

Algunas de las tendencias que animarían su espíritu de trabajo podrían ser las siguientes:

Buscar soluciones donde la lógica no se imponga por la fuerza de la costumbre, sino a falta de una mejor idea; juzgar la pertinencia de una propuesta siempre y cuando satisfaga nuestra sensación de armonía y no provoque extrañeza respecto del objetivo primordial; estar dispuestos a reformular una idea bajo distintas e incluso encontradas formas, estructuras, relaciones y analogías; preferir la similitud pronta, la repentina fusión de aspectos aparentemente inconexos. En las incubadoras de empresas deben criarse grupos interdisciplinarios, e incluso heterogéneos.

El personal de la Corporación está al tanto de las elaboradas técnicas para que, por ejemplo, la voz del cliente sea transmitida claramente y con fidelidad a cada sección de la empresa a fin de que no se pierda el objetivo del producto. Esto, que pareciera elemental, marca la diferencia entre quienes tienen productos y servicios regulares, y aquellos que ofrecen ventajas competitivas. La única manera de resistir la fuerte competencia comercial que se ha entablado en el mundo a fines del siglo es, como se ha dicho, diferenciar productos y servicios mediante la innovación. Tal vez pudiera parecer ocioso saber que en un automóvil hay vidrio suficiente para cubrir cuatro ventanas

de una casa y plásticos suficientes para fabricar 31 mil bolígrafos, pero el mar de la información sólo puede ser dominado surcándolo. El M. en C. Carlos Marotto muestra un recorte de periódico donde una universidad estatal anuncia los recursos millonarios que está destinando a redescubrir algo que se inventó hace quince años!, y ellos no lo saben.

Investigación y Desarrollo: Una polémica

Sin embargo, no bastaría con que esa universidad aprendiera el proceso ya inventado y reorientara sus recursos a copiarlo, pues se sabe que este tipo de proyectos, si bien producen resultados tecnológicos, a final de cuentas terminan invirtiendo mucho en gastos de operación y quiebran. En cambio los proyectos que introducen un aspecto innovador quizá gastan más en un principio, pero en el momento de operar son un éxito. Para ello, esa universidad tendría que ponerse en manos de expertos catadores, de gente que ha aguzado su sentido de detección y conoce cuáles y, sobre todo, cómo deben establecerse vínculos entre la educación superior y la industria.

Un ejemplo al que a menudo solía recurrirse para eliminar falsas dicotomías entre ciencia básica y desarrollo tecnológico era el tipo de informes que producían los miembros de los laboratorios Bell: sobre el comportamiento de las hormigas en las junglas del Brasil o la vida de las galaxias en el borde del universo. En el primer caso, si bien el investigador encontró, debido a su pasión por el conocimiento, que una causa importante de la lluvia ácida en el Amazonas es el ácido fórmico, sustancia incolora y picante que se libera durante la descomposición de los cuerpos de las hormigas, no por ello olvidaba el asunto práctico por el cual los Bell financiaron su proyecto: él es un químico especialista en corrosivos y parte de su trabajo consiste en encontrar las causas por las que un equipo de telefonía puede fallar en diversos ambientes. El observador de estrellas también tenía los pies en la tierra, pues se encontraba perfeccionando un aparato de carga acoplada, de hecho, un conductor de silicio que puede ver. Esto ha causado un nota-

ble impacto en la astronomía, ya que acumula luz hasta mil veces más eficazmente que la película, aunque también tiene usos potenciales como ojos de robot y en la manufactura de precisión de semiconductores.

Los investigadores básicos forman una pequeña pero esencial parte en la estrategia de acercamiento entre la investigación y la industria. Un organismo flexible y creativo como la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales no busca sustituir a las universidades e instituciones de educación superior, sino llevar a ellas la parte que corresponde a la investigación de un desarrollo tecnológico. Para ello cuenta con el CINVESTAV.

"Y con todo el espectro universitario" -dice el Dr. Raúl Fuentes-. "Un proyecto es algo grande y una de sus partes es la investigación. Queremos llevar proyectos de vanguardia, de interés tecnológico actual a las instituciones de educación superior. Esto traerá beneficios a todos: los profesores recibirán entrenamiento de primer orden; los estudiantes saldrán de la escuela luego de haber visto programas realmente avanzados e importantes para la comunidad en que viven; la institución correspondiente obtendrá un apoyo presupuestal extra; la Corporación podrá generar una nueva empresa y los socios habrán visto multiplicarse su inversión".

Los países desarrollados coinciden en afirmar que México está emergiendo en términos económicos, sociales y culturales. Este puede ser un momento decisivo en la historia del país, en cierta forma "la última llamada" del desarrollo. Así que el fortalecimiento de organismos como la Corporación en las diversas áreas hará que la industria cuente con servicios de calidad y de esta manera el perfil tecnológico de la nación se habrá enriquecido. "Los círculos viciosos que se forman cuando 'no sé y por tanto no hago y entonces no tengo' se vuelven círculos virtuosos cuando 'sé y de esa manera hago y tengo'", afirma el Dr. Raúl Fuentes.

Hay talento y coyuntura. Pero no hay ciencia o desarrollo tecnológico sin acertijos que resolver. La Corporación Mexicana de Investigación en Materiales está encontrando los suyos.





1991-1992

El Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) es un sistema de información que tiene como objetivo localizar, seleccionar, analizar, sistematizar y procesar en forma automatizada información sobre educación e investigación educativa que se publica en revistas mexicanas y extranjeras.

Su principal producto es el banco de datos que, desde su constitución en 1979 a la fecha, almacena un total de 39 000 registros, de los cuales el 64% está en idioma inglés, el 33% en español y el 3% en francés y portugués.

Esta información ha sido seleccionada de 580 títulos de revistas localizadas en las bibliotecas de las principales instituciones educativas de la ciudad de México.

Cada registro contiene los siguientes datos:

- Número de acceso
- Título del artículo
- Autor
- Título de la revista
- Volumen
- Número
- Año
- Páginas
- Biblioteca
- Descriptores o temas
- Resumen

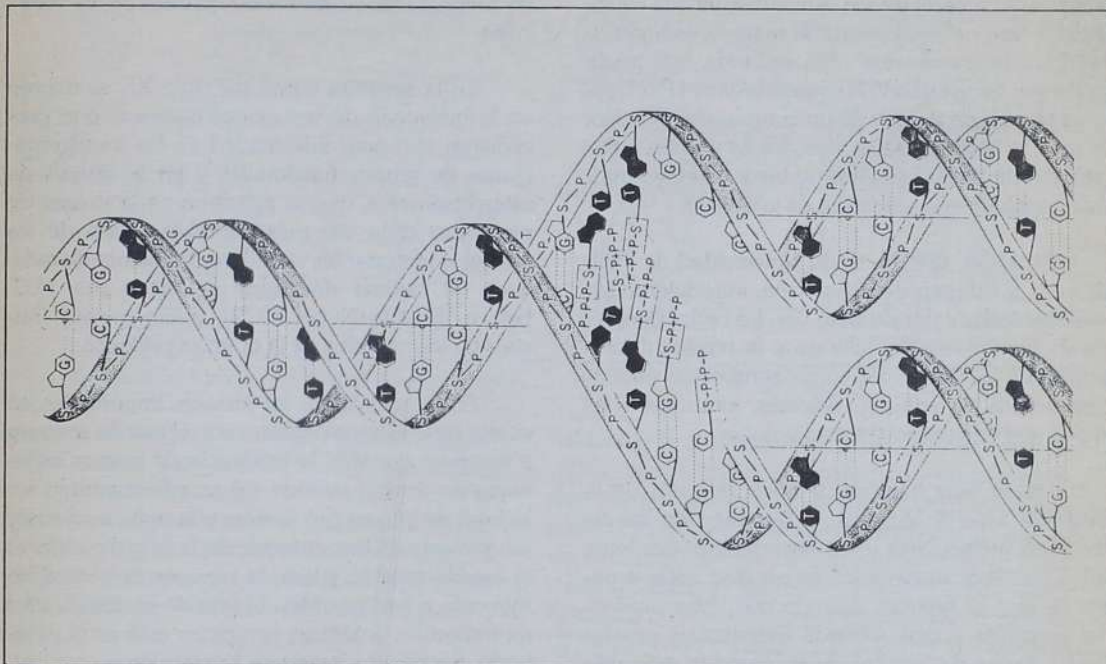
Costos de servicios

	México	Extranjero
Disc. Comp.	\$500 000 M.N.	200 U.S. Dls.
Bús. Bibl.	\$20 000 (hasta 100 referencias)	
Rec. de artículos	\$5 000	3 U.S. Dls.

Pedidos e información
 Centro de Investigaciones y
 Servicios Educativos
 Edif. Técnico CISE-SUA, Circuito Exterior,
 Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.
 Tel: 622-87-09 y Fax. 550-18-01

Moléculas vivientes

En 1990, Julius Rebek propuso un modelo de síntesis química que es capaz de auto-replicarse, como lo hacen los aminoácidos en los sistemas vivos, pero sin la ayuda de enzimas o ribozimas.



Angelina Flores Parra

Síntesis de compuestos orgánicos

Los enormes y frecuentes avances de la ciencia nos han hecho perder la capacidad de asombro y todo lo que el hombre va alcanzando con gran esfuerzo nos parece simple. En el campo de la química orgánica, al igual que en otras ciencias, los

conocimientos avanzan diariamente a una velocidad difícil de seguir y muchas veces difícil de entender. Para darnos cuenta de ello, baste recordar la historia de la química orgánica.

A pesar de que los compuestos orgánicos son utilizados por el hombre desde tiempos remotos, no se sabía hasta hace poco tiempo gran cosa de ellos. Un ejemplo son los colorantes que los antiguos egipcios, romanos y fenicios emplearon y que aislaron de plantas, como el índigo y la alizarina, o de una especie rara de moluscos de donde extrajeron el púrpura de Tiro.

La Dra. Angelina Flores Parra, profesora titular del Departamento de Química del Cinvestav, es química industrial de la UANL y obtuvo su doctorado (Química) en la Universidad de París XI, Orsay, Francia. Su área de investigación es la síntesis orgánica de productos naturales con interés farmacológico.

En 1784 Antonio Lavoisier determinó, mediante combustión, que los compuestos orgánicos estaban formados por C, H, O y N. El químico sueco Joens J.F. von Berzelius (1807) los llamó por primera vez *compuestos orgánicos* (que significaba "sustancias producidas por los seres vivos") y los supuso poseedores de una *fuerza vital*. El, al igual que los químicos de su época, pensaba que sería imposible sintetizarlos a partir de sus elementos, ya que consideraba "imposible convertir el material inorgánico en una criatura viviente". Sin embargo, esta teoría se fue por tierra cuando Frederick Wöhler (1828) realizó la primera síntesis de un compuesto orgánico, la urea, a partir de sales inorgánicas y sin la intervención de ningún organismo vivo. Este descubrimiento marcó una nueva era de la ciencia.

En 1858, Kekulé, de la Universidad de Heilberg, y Couper, de la Sorbona, introdujeron separadamente, y por primera vez, las reglas generales de los enlaces de valencia y la representación gráfica de las moléculas como agrupación de átomos enlazados entre sí. Además, enunciaron las reglas que determinaban esas uniones.

Desde esos tiempos, y hasta después de la Segunda Guerra Mundial, la discusión de las estructuras moleculares y sus representaciones tenía a los químicos sumergidos en un gran caos, a pesar de que se seguían aislando diferentes productos naturales y descubriendo importantes propiedades físicas de las moléculas, como la asimetría molecular descubierta por Luis Pasteur en 1848. Además, se seguía avanzando en el conocimiento de la química de los grupos funcionales y sus métodos de preparación (aminas por Hoffman; éteres por Williamson; hidrocarburos por Wurtz y Fitting) y se descubrieron nuevas reacciones como las ciclaciones de Friedel-Crafts, o las condensaciones de Claisen y Perkin. A principios de siglo, la reacción de mayor trascendencia fue la de Grignard (Premio Nobel 1912). Después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrolló la química de productos aromáticos, provenientes del alquitrán de hule, y la química de los productos alifáticos derivados del petróleo, del gas natural y los productos de fermentación.

También se puso atención al estudio de los mecanismos de reacciones, y por lo tanto a la par-

te estructural de las moléculas. Fueron Arthur Lapworth, Sir Robert Robinson y Sir Christopher Ingold quienes introdujeron la teoría electrónica, mientras que Linus Pauling generaba la mecánica cuántica. Otro suceso importante fue la contribución a la química estructural hecha por Derek H. R. Barton (Premio Nobel 1969), en la cual estableció que el análisis conformacional permite predecir las propiedades y reactividad química de las moléculas.

En la segunda mitad del siglo XX se trabajó en la búsqueda de reacciones químicas que procedieran con gran selectividad en las transformaciones de grupos funcionales y en la síntesis de estereoisómeros, que se aplicaron en la síntesis de moléculas cada vez más complejas. Uno de los ejemplos importantes es el descubrimiento de reactivos de síntesis derivados del boro por H.C. Brown (Premio Nobel 1979), quien mejoró muchos de los métodos de la química orgánica.

En la actualidad, los factores importantes en el arte de la síntesis orgánica son el uso de sintones y reactivos quirales, la búsqueda de nuevas estrategias de control estérico, las transformaciones selectivas de grupos funcionales y la optimización de rendimientos. Otro enfoque de la investigación es el establecimiento y uso de caminos de síntesis simulando a los naturales. El reto de la síntesis total de moléculas orgánicas complejas está en el desarrollo de nuevos reactivos y reacciones que aumenten los recursos de los químicos. Un ejemplo de esto es, sin duda, el trabajo de E.J. Corey (Premio Nobel 1990), quien ha llevado a cabo más de un centenar de síntesis de moléculas orgánicas, la mayoría con interés biológico. Corey ha integrado como herramienta de la síntesis orgánica a la *lógica orgánica*, haciendo que la síntesis de hoy en día sea un proceso intelectual. El reconocimiento y el uso de sintones (o fragmentos de una molécula) requiere considerable habilidad y conocimientos; es allí en donde el genio y la originalidad tienen una amplia oportunidad de expresarse.

Autoreplicación

Este es el panorama que tenemos al inicio de los noventas, pero aquí no termina todo, ya que los

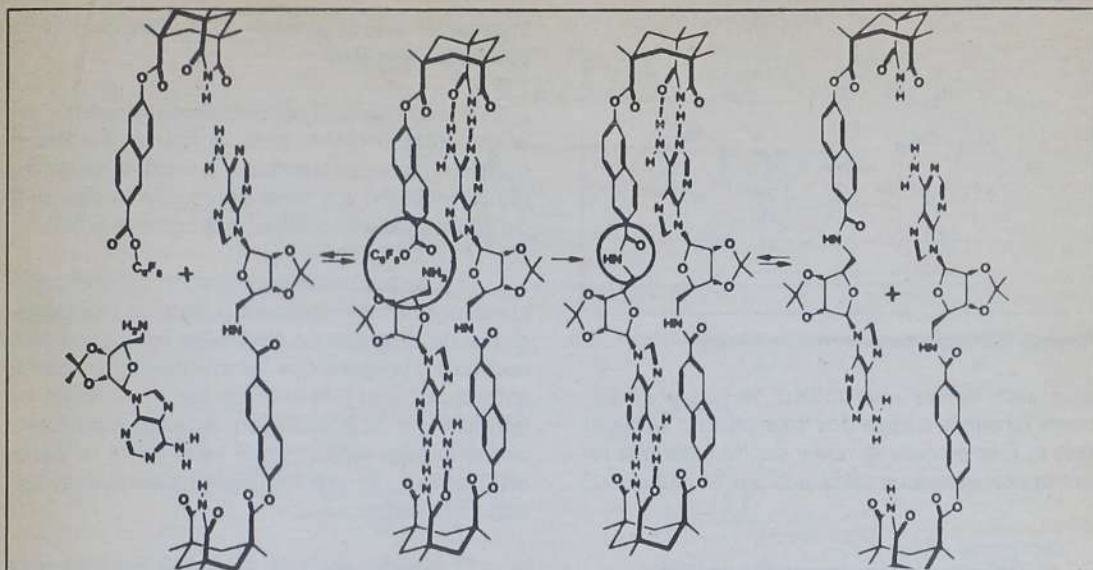


Figura 1. Proceso de replicación en el modelo sintético de Rebek.

acontecimientos siguen su curso. Ahora me gustaría mencionar la historia de los sistemas sintéticos auto-replicables o las moléculas vivientes. La noticia, como todo descubrimiento importante, ha tenido muchas críticas por la comparación que se hace con los sistemas vivos, además de que la naturaleza viviente de estos complejos queda todavía por comprobarse.

En 1990 se empezaron a conocer los sistemas sintéticos auto-replicables, que me parecieron extraordinariamente interesantes. En una entrevista que hicieron a Julius Rebek (profesor del Instituto de Tecnología de Massachusetts), publicada recientemente en *C&EN*,² se presenta un modelo sintético capaz de auto-replicarse o reproducirse, como lo hacen los aminoácidos en los sistemas vivos, pero sin la ayuda de enzimas o de ribozimas.³ La diferencia de los sistemas de Rebek con los naturales (u otros sistemas sintéticos) radica en que durante la replicación se involucra la formación de un enlace de amida a partir de un grupo ester (figura 1).

Para entender mejor el problema que tratamos, analicemos algunos conceptos de Rebek. Para él, la replicación molecular está en los límites de la química y la biología. Y aunque los biólogos no

hablan de la intervención molecular, el proceso de reproducción involucra moléculas complementarias que se reconocen y se unen para formar una copia. Esto último es evidente en las estructuras de los ácidos nucleicos. La complementariedad molecular implica la presencia de moléculas *positivas* y *negativas* que se reconocen y la auto-complementariedad ocurre cuando las dos partes que se unen están en la misma molécula, lo que provee un sistema mínimo para la replicación. La representación gráfica de la auto-complementariedad, que incluye los requisitos mínimos para la auto-replicación fue propuesta por Rebek (figura 2). En ella se muestra cómo dos fragmentos se reconocen y se

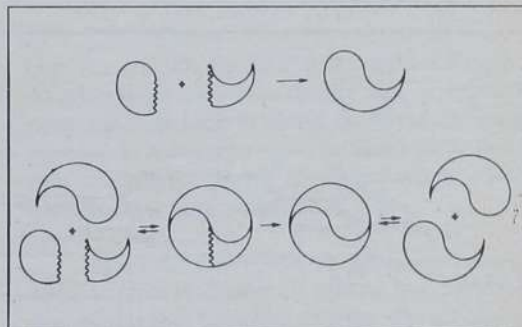


Figura 2. Esquema de auto-replicación propuesta por Rebek.

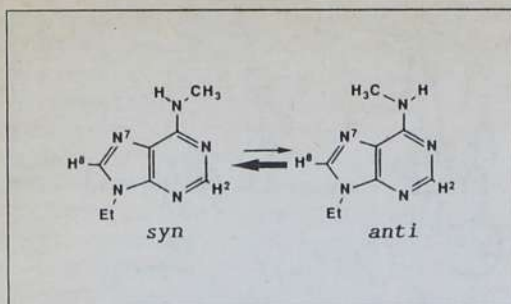


Figura 3. Equilibrio de rotámeros de la adenina.

unen para formar una unidad, la que posteriormente reconoce a otros dos fragmentos y forma su réplica. Este proceso se repite dando lugar a la reproducción molecular catalizada por la unidad.

Inicio de la Investigación

Pero, ¿cómo se observó el fenómeno de reconocimiento en las moléculas? La clave para entender el proceso de reconocimiento molecular está en conocer en detalle las etapas de unión y catálisis. Este reconocimiento involucra un estado de transición de máximo enlace.

El grupo de Rebek se interesaba en entender cómo interaccionan los receptores de la adenina y algunos de sus derivados. Para ello fue necesario empezar por conocer el comportamiento molecular de las adeninas. La adenina está presente en los ácidos nucleicos (RNA y DNA) y juega un papel muy importante como segmento activo, ya que contiene información de secuencias básicas para crear, localmente, una estructura particular. Esto

implica, tal vez, el proceso de reconocimiento de proteínas específicas.

Por otro lado, el entendimiento general de este comportamiento se basa en que en los ácidos nucleicos (en medio aprótico) la adenina existe como su rotámero *syn* (esto se refiere a la dirección del grupo metilo exocíclico, más cercano al N1).⁵

El postulado clásico de Watson y Crick⁶ sobre el reconocimiento molecular se basa en las interacciones de los pares de electrones entre los ácidos nucleicos y propone que los puentes de hidrógeno entre la adenina y la treonina son un vehículo de transferencia de información. Además, las interacciones faciales (apilamiento) entre pares de bases adyacentes le da una estabilidad adicional en una estructura helicoidal.⁷

El modelo sintético de Rebek fue diseñado para que, de acuerdo con el principio de reconocimiento molecular, presentara en medios orgánicos los dos efectos a la vez: el de apilamiento y los puentes de hidrógeno.

El modelo de Rebek

¿Cómo se sintetizó el modelo de Rebek? Se aprovechó la posición triaxial de los grupos carbonilo en el triácido de Kempcon 2, en forma de tripie, que permitió que la sustitución de estos grupos axiales produjera el acercamiento de los centros reactivos, como se ve en la figura 5. La funcionalización de este tripie básico a una imida poseedora de un hidrógeno ácido, similar al de la treonina, se llevó a cabo por una serie de transformaciones.⁸

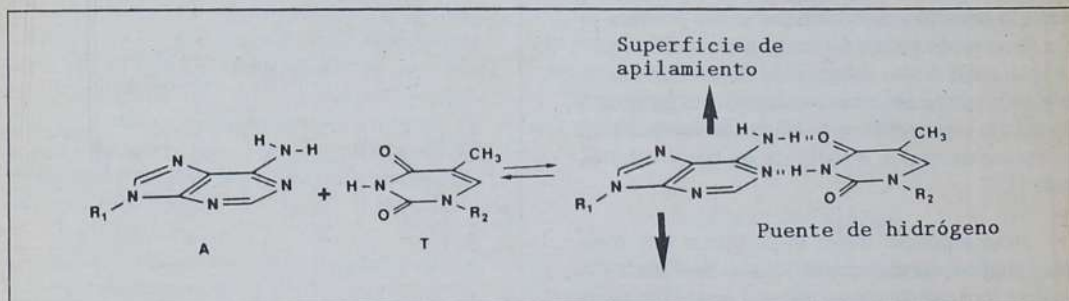


Figura 4. Efectos de puente de hidrógeno y de apilamiento entre la adenina y la treonina.

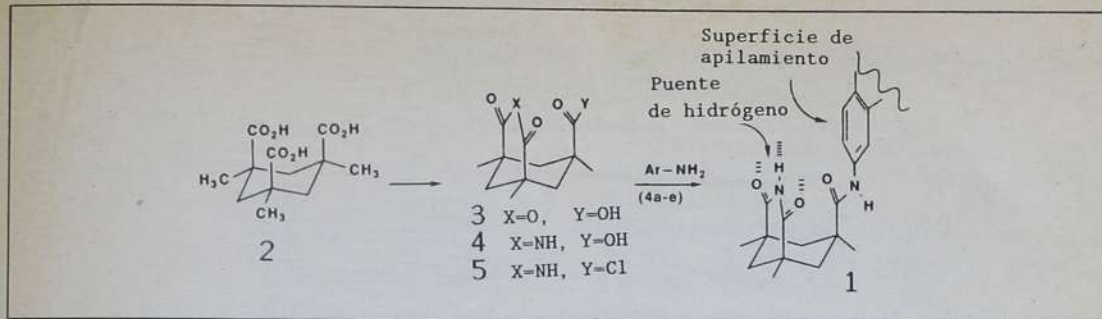


Figura 5. Síntesis de los modelos.

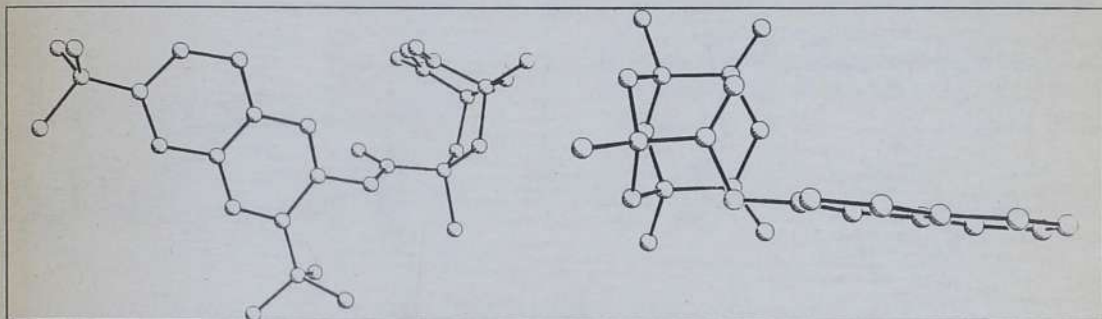


Figura 6. Estudio cristalográfico por rayos-X de los ésteres 8.

primero se formó del anhídrido 3 a partir del triácido 2 seguida de la obtención de la imida 4, para después preparar cloruro de ácido 5. Como última etapa de la preparación del modelo de Rebek, el cloruro de ácido 5 da las amidas 1 por reacción con distintas aminas aromáticas.

También se sintetizaron cristales de los ésteres derivados del naftol 8, y de sus estudios por rayos-X se establecieron sus conformaciones. Ellos presentaban un arreglo casi perpendicular entre los planos del núcleo de naftaleno y la función imida. Como lo habían predicho los investigadores, estas sustancias tenían la forma adecuada para las interacciones buscadas (figura 6).

Al igual que para el sistema adenina-treonina, se estudió por RMN en CHCl₃ la interacción entre la amida y el modelo de Rebek. Se pudo observar claramente la formación del complejo. Los datos experimentales sugieren que la estructura del complejo semeja a una pinza, como se muestra en la figura 7, en donde se ven dos tipos de orienta-

nes posibles para la adenina por interacciones de puente de hidrógeno.

Entre los diversos modelos que el grupo de Rebek preparó está el derivado de la bisamida 1e (figura 8), que resultó una excelente molécula complementaria de la adenina, tanto que se obtuvo un complejo muy estable.

Desarrollo de un sistema auto-reproducible

Una vez creados los receptores sintéticos capaces de acomplejar derivados de adenina, se exploró la posibilidad de usar la etapa de formación de los puentes de hidrógeno como catalizadora de la reacción de unión, es decir, transformar una reacción bimolecular en unimolecular.

Para entender cómo se adaptaban los dos componentes se diseñó un arreglo que portara los dos elementos complementarios de reactividad,

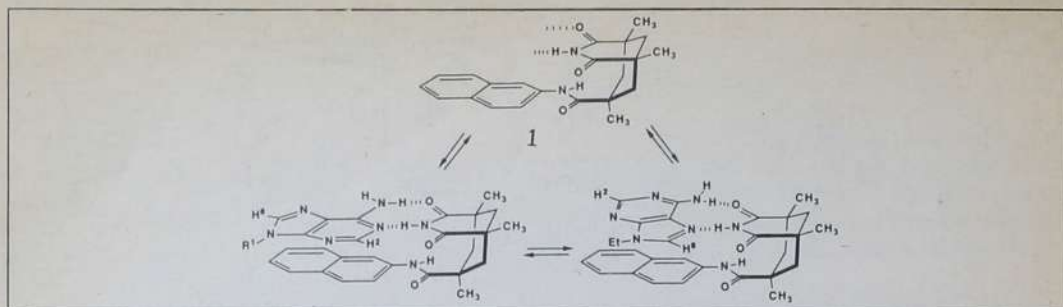


Figura 7. Interacciones de la adenina con los modelos de Rebek.

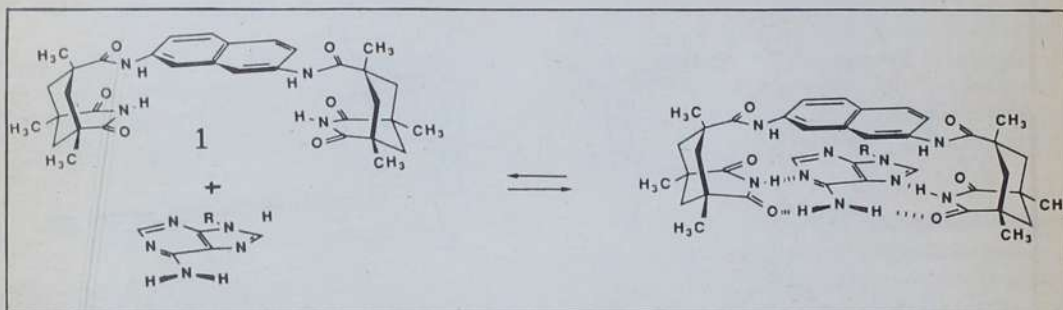


Figura 8. Interacciones de la bisamida 1e con la adenina.

funcionalidad y los puentes de hidrógeno. Las primeras moléculas usadas como electrófilos fueron las imidas ésteres 1f que contenían un grupo aromático para ser sustituido por un grupo acilo, y como nucleófilo la adenina 9-(3-aminopropilo) 9 (figura 9). El uso de diferentes piridinas y/o la N-alkilimida para inhibir el proceso de acoplamiento con la adenina demostró que el acomplejamiento era mediante una interacción de los pares electrónicos.

La observación de los productos por RMN mostró la primera sorpresa: el espectro a diferentes diluciones presentaba corrimiento a campo bajo de la señal de la N-H, lo que indicaba presencia de puentes de hidrógeno intramoleculares. Por más intentos que se hicieron para romper esas interacciones, en presencia de otros derivados de adenina, la molécula resultó ser muy estable y permaneció cerrada.

Proceso de auto-reproducción

Después de estudiar otros derivados de este modelo se pudo definir la necesidad de evitar los dímeros estables para poder tener sistemas auto-reproductores. Así, la desestabilización de los dímeros se logró usando derivados de adenina con grupos voluminosos que provocaron efectos estéricos importantes. La 5'-aminoadenina 10 y la imida 2, 6-naf-

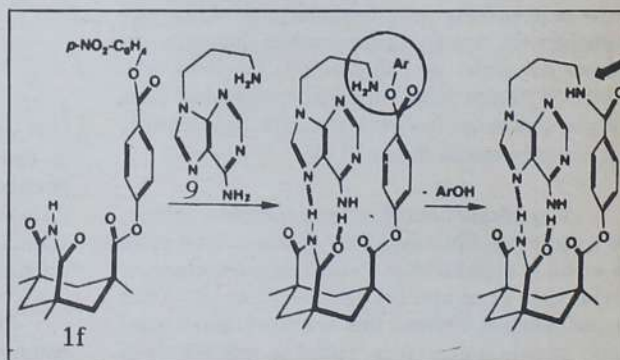


Figura 9. Modelo de Rebek bifuncionalizado.

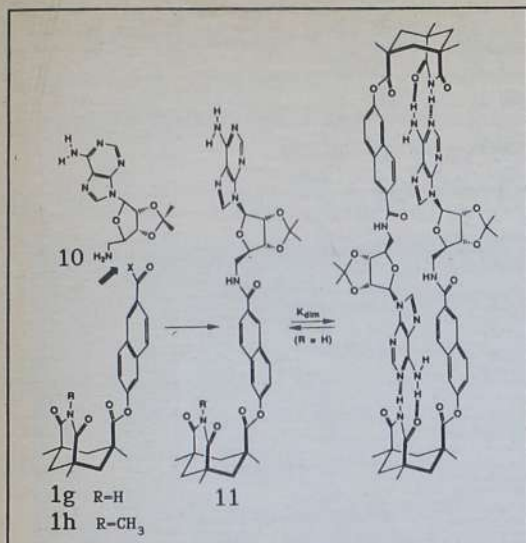


Figura 10. Ecuación de dimerización.

taleno 11 permitieron estudiar la reacción de acoplamiento (figura 10).

En la formación del producto contribuyen tres tipos de mecanismos: dos reacciones bimoleculares (la normal y con intervención de puentes de hidrógeno) y por un proceso catalítico termolecular. De ellas, sólo la reacción catalítica es la responsable del proceso de reproducción.

(a) Reacción bimolecular normal. La velocidad de formación de la amida a partir del éster 1g portador de un enlace N-H es la misma que a partir de 1h, que tiene un enlace N-metilo. En este último la asociación de puentes de hidrógenos no es posible.

(b) Mecanismo bimolecular con intervención de puentes de hidrógeno o preasociativo. Por este

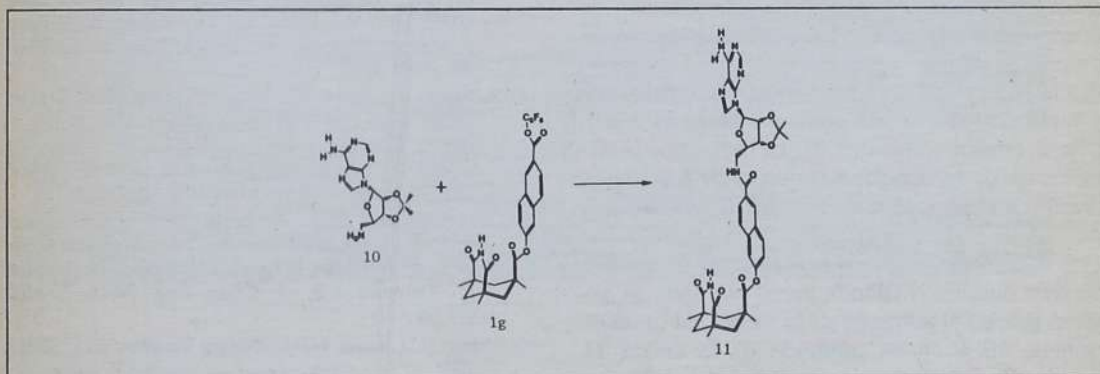


Figura 11. Mecanismo bimolecular normal.

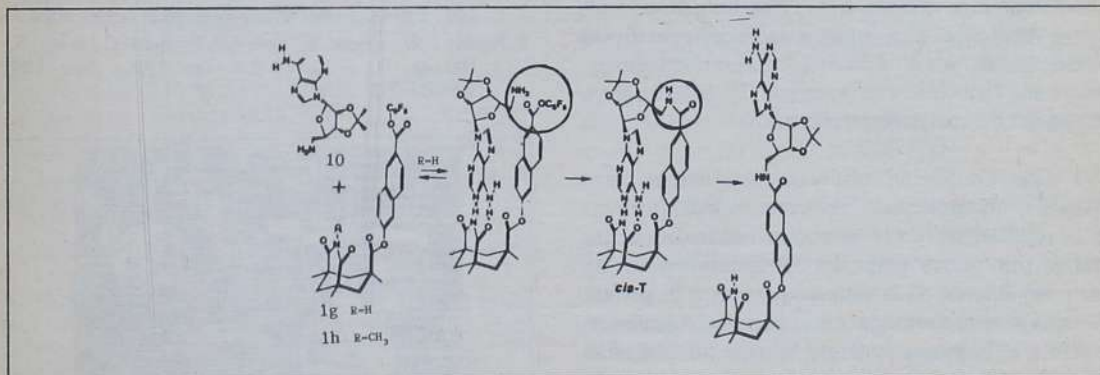


Figura 12. Mecanismo de preasociación.

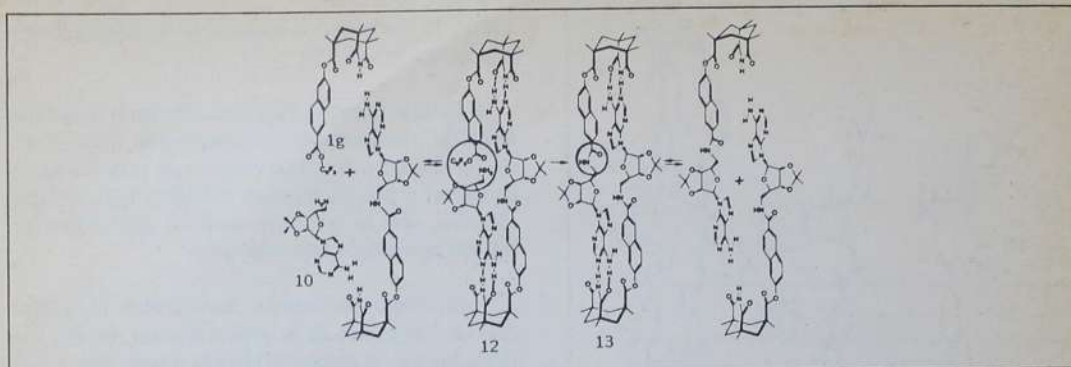


Figura 13. Proceso de replicación.

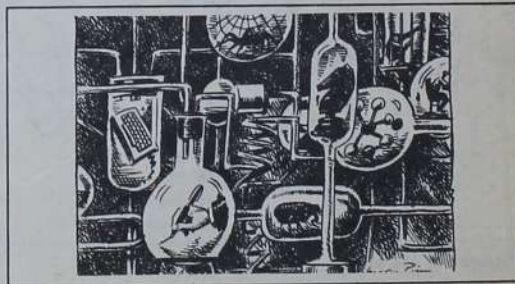
mecanismo se considera que la anilina 10 y el éster 1g interaccionan primeramente por puentes de hidrógeno. En este complejo, el grupo amino y el éster se encuentran muy cercanos y reaccionan en forma rápida para generar el hormado en conformación *cis*, *cis*-T (figura 12). La isomerización de la amida-*trans* es rápida, y rompe las interacciones de puente de hidrógeno. En las mismas condiciones la N-metilimida 1h reacciona más lentamente y la reacción es inhibida por la presencia de la piridina-2, 6-bis(acetilamino), lo que indica que la disminución de la velocidad corresponde a la disminución de la formación de puentes de hidrógeno.

(c) Proceso catalítico termolecular. El proceso de reproducción catalizada por el hormado se observó gracias al aumento de la velocidad de reacción de 10 y 1g en presencia de la amida 11 (figura 13). En este mecanismo, las tres moléculas forman primero un complejo molecular 12 en donde nuevamente quedan muy cerca los grupos amino y éster que dan lugar a la formación de la amida y después al dimero 13. Experimentalmente, se ha visto que ese complejo 12 se encuentra en equilibrio con su forma libre.⁸

Con irradiación luminosa los sistemas cambiaron o mutaron para dar sistemas más efectivos a la replicación. Estos primeros resultados abren quizás una nueva etapa en el descubrimiento de las posibilidades de la síntesis química, y es probable que si estas investigaciones tienen el mismo impacto que la preparación de la urea por métodos artificiales, permitan vislumbrar la generación de vida en un matraz.

Notas

1. Corey, E.J. *Pure Appl. Chem.* **14**, (1967) 30.
2. Dagani, R. *C&EN*, 24 (Feb. 1992) 21.
3. Douna, J.A., Szostak, J.W., *Nature* **339**, (1989) 519; Douna, J.A., Couture, S., Szostak, J.W. *Science* **251**, (1991) 1605; von Kiedrowski, G., Wlotzka, B., Helbing, J., Matzen, M., Jordan, S. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **30**, (1991) 423.
4. Rebek, J., Jr. *Acc. Chem. Res.* **17**, (1984) 258; Schultz, P.G. *Science* **249**, (1988) 426; Huse, W.D., Sastry, L., Iverson, S.A., Kang, A.S., Alting-Mees, M., Burton, D., Benkovic, S.J., Lerner, R.A., *Science* **246**, (1989) 1275. Wolfenden, R. *Acc. Chem. Res.* **5**, (1972) 10.
5. La conformación de la adenina se estableció por estudios de RMN y de IR (N-H 3449 cm^{-1}), en donde sólo se observó un rotamero, el *syn*. Véase: Dodin, G., Dreyfus, M., Doubois, J.-E., *J. Chem. Soc. Perkin II* **438**, (1979).
6. Watson, J.D., Crick, H.F.C., *Nature (London)* **171**, (1953) 737.
7. Saenger, W. *Principles of Nucleic Acid Structure*; Springer-Verlag: New York, 1984, Cap. 6. 8; Kelly, T.R., Bridger, G.J., Zhao, C.J., *Am. Chem. Soc.* **112**, (1990) 8024.
8. Rebek, J. Jr., Askew, B., Ballester, P., Buhr, C., Jones, S., Nemeth, D., Williams, K.J., *Am. Chem. Soc.* **109**, (1987) 5033.



El posgrado en biología marina del Cinvestav

Se analiza el desempeño académico realizado durante la primera década de existencia del posgrado en biología marina de la Unidad Mérida del Cinvestav.



Dalila Aldana Aranda

Antecedentes

El posgrado en biología marina de la Unidad Mérida del Cinvestav fue creado en 1982 como un programa de maestría en ciencias con una duración de dos años. Uno de los objetivos principales del posgrado es el uso adecuado y aprovecha-

miento racional de los recursos naturales de la región litoral de la península de Yucatán. El programa de doctorado en ciencias en esta especialidad se inició en 1987 con una generación de tres estudiantes. A la fecha, se han graduado 50 maestros en ciencias y un doctor en ciencias.

El objetivo principal de los programas de posgrado es formar investigadores independientes en las diferentes áreas del conocimiento de las Ciencias Marinas. Los egresados conocerán métodos de estudio de ciencias marinas que les permitan realizar investigación original básica y aplicada para el manejo y uso racional sustentable de recursos renova-

La Dra. Dalila Aldana Aranda, profesora titular y coordinadora académica del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Mérida del Cinvestav, obtuvo su doctorado en la Universidad de Bretaña Occidental en Brest, Francia. Su campo de investigación es la biología y ecofisiología marina de moluscos.

Institución	Programa	Inicio	Grado
ICMyL-UNAM	C. Marinas	1970	EMD
CICESE	C. Marinas	1978	EMD
CICIMAR	C. Marinas	1978	EM
UABC	Oceanografía	1980	M
CINVESTAV	C. Marinas	1982	MD

Tabla 1. Posgrados nacionales en ciencias marinas. E: Especialidad; M: Maestría y D: Doctorado.

bles marinos, así como de los diferentes ecosistemas. Las áreas de investigación que se cultivan actualmente en el Departamento de Recursos del Mar, en apoyo al programa de posgrado, son: Biología marina, Ecofisiología marina, Ecología marina, Geoquímica marina, Biología pesquera, Bioeconomía, Acuicultura, Nutrición acuícola, Parasitología acuícola y Percepción remota.

El programa de maestría está planteado para ser cubierto en seis cuatrimestres, los tres primeros destinados a cubrir 59 créditos y los siguientes a la elaboración del trabajo de investigación de tesis, el cual siempre se encuentra ligado a un proyecto de investigación llevado a cabo por alguno de los profesores del Departamento de Recursos del Mar. En relación a la infraestructura humana y física, el programa es apoyado por 7 doctores y 11 maestros en ciencias, siendo 50% de ellos miembros del SNI. En cuanto a la infraestructura física, se cuenta con 14 laboratorios equipados para la conducción de investigaciones de su personal, así como un área exterior de estanques y acuarios que permite el desarrollo de una amplia variedad de experimentos. En la parte marina, la infraestructura es más modesta, dada la situación geográfica de la Unidad Mérida (32 km de la línea de costa); sin embargo, recientemente se ha solicitado a CONACyT apoyo a la infraestructura para una adecuada implementación de esta área.

La investigación en el área de ciencias marinas en México es reciente y los programas de posgrado tienen una edad promedio inferior a los 15 años. En 1988, México contaba con nueve programas de posgrado en el área de biología marina, sesenta doctores en ciencias y ochenta estudiantes graduados entre 1985 y 1988, la mayoría de ellos maestros en ciencias¹. De estos nueve programas, sólo cinco se encuentran en el padrón de excelencia

académica del CONACyT²; el posgrado más antiguo es el del Instituto del Mar y Limnología (IML-UNAM, 1970) y le siguen el CICESE (Ensenada, BC) y CICIMAR (La Paz, BCS) que iniciaron sus programas en 1978. A principios de la década de los ochentas la UABC y el CINVESTAV abren sus programas de maestría (tabla 1). Considerando la edad promedio de los programas de posgrado y una tasa de graduados de 27 en promedio, se obtiene una estimación de 405 biólogos marinos con maestría y/o doctorado que realizan su trabajo en 10 000 km de litoral mexicano. Esto representa una densidad de un posgraduado en biología marina por cada 25 kilómetros de litoral o de 1 biólogo marino por cada 200 000 habitantes. De lo anterior se desprende que el número de biólogos marinos en México es insuficiente y no satisface la demanda laboral de esta disciplina en nuestro país en los diversos sectores educativos, de investigación y productivos. En este contexto, el programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Biología Marina del Cinvestav, en su primera década de existencia, ha contribuido con el 12% de la formación total de recursos humanos en esta especialidad del país, siendo el posgrado nacional más joven en su área. A través de una encuesta aplicada a los egresados³, nuestro posgrado es analizado tomando como referencia el origen de los alumnos, la edad promedio, las instituciones de procedencia, el tipo de becas, las áreas en las que desarrollaron su tesis de maestría, la incidencia laboral por disciplinas y la eficiencia terminal del programa de maestría.

Características de los alumnos

En la muestra de egresados considerada se tiene una proporción de 31% de mujeres. Del total de

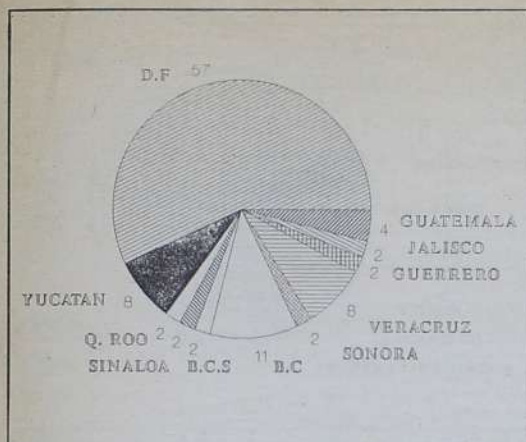


Figura 1. Lugares de procedencia de los alumnos al ingresar al posgrado de ciencias marinas del Cinvestav.

alumnos, el 50% ya tenía un puesto de trabajo antes de iniciar su maestría y la mayoría era de recién egresados de los programas de licenciatura. La edad promedio de los alumnos de recién ingreso es de 26.6 años y al término de su programa de 32.1 años. En las figuras 1 y 2 se indican los lugares e instituciones de procedencia de los alumnos. En relación a los estados de origen, el 57% proviene del D.F., seguido de Baja California con 11%, Yucatán y Veracruz con 8% cada uno. Así, cuatro estados han alimentado de manera predominante este posgrado y sólo el 18% proviene de la región del sureste mexicano.

Los alumnos realizaron sus estudios de licenciatura en catorce instituciones. El 30% proviene de la UNAM; las otras fuentes de estudiantes son la ENCB-IPN con 16%, la UABC y la UAM con 11% cada una, 4% de la Universidad de Yucatán y del Tecnológico de Veracruz, seguido de instituciones cuyos porcentajes son inferiores o iguales al 4%. Los alumnos son principalmente biólogos (56%), oceanólogos (10%), ingenieros pesqueros en acuicultura (8%) e ingenieros bioquímicos (12%).

De la población de estudiantes que al iniciar su posgrado tenía ya un puesto un trabajo (figura 3), el 42% trabajaba en el mismo Cinvestav, 28% en diferentes Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) de la Secretaría de Pesca (SEPESCA), 25% en otras instituciones de educación superior y 5% en la Secretaría de Desarrollo

Social (SEDESOL). Por lo que respecta al tipo de becas otorgadas, en la figura 4 se muestra que la mitad del alumnado ha sido becario del CONACyT (54%), 16% fueron becarios internos del Cinvestav, 12% de SEPESCA y 6% del COSNET. El 10% restante tuvo becas de cinco instituciones, en comisiones con goce de sueldo para realizar sus estudios de maestría.

En la tabla 2 se indica el número de estudiantes inscritos por año al programa de maestría, el número de egresados y la eficiencia terminal por generación, donde se observa un aumento gradual de la eficiencia terminal de la primera generación (1982) con 6% a 89% en 1985, para decrecer a 75% en 1986 y aumentar al 100% en 1988, bajando nuevamente en 1989 a 83%.

En la figura 5 se indica el promedio de años de estudio para cada generación. Se observa que ha ido disminuyendo en el tiempo a partir de 1983. En la generación de 1989, se logró que los alumnos se titularan en 2.6 años. La figura 6 muestra la tendencia de este fenómeno. El Colegio de Profesores de este Departamento se ha propuesto reducir el tiempo promedio de terminación de estudios a 2.5 años para las generaciones de 1990 a 1991 y a 2.3 años para las promociones 1992/1993.

La figura 7 muestra que el 33% de las tesis han sido dirigidas por profesores titulares, 45% por adjuntos y 22% por auxiliares; se considera elevado el porcentaje de tesis supervisadas por profesores auxiliares. En relación al grado académico de los directores de tesis, 49% son maestros en ciencias y 51% doctores. Las tesis de maestría en Ciencias Marinas de la Unidad Mérida han sido efectuadas en un 86% en la Península de Yucatán (6% Quintana Roo, 12% Campeche y 68% Yucatán). El 14% restante corresponde a investigaciones realizadas en Veracruz, Golfo de México y Golfo de Tehuantepec (figura 8). La figura 9 resume cuáles son las especies o grupos biológicos que han sido objeto de una tesis de maestría. La especie objeto del mayor número de tesis de maestría es la mojarra (*Cichlasoma urophthalmus*, una de cada 3), seguida del camarón con 21%. Sólo el 10% de las tesis han sido orientadas al mero, principal producto pesquero del Estado de Yucatán.

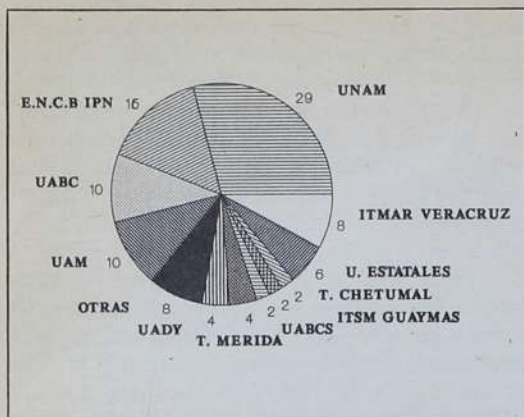


Figura 2. Instituciones de procedencia de los alumnos que ingresan al posgrado de biología marina del Cinvestav.

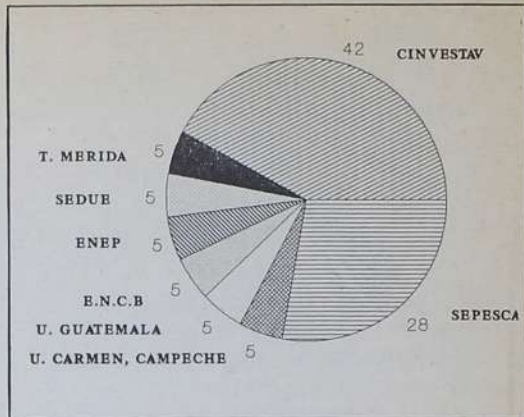


Figura 3. Distribución de las instituciones a las que estaban adscritos los estudiantes de primer ingreso.

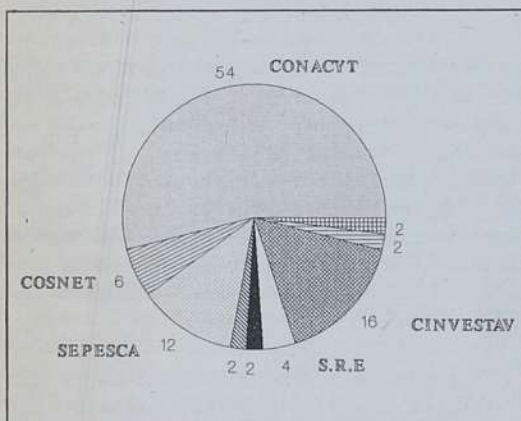


Figura 4. Tipos de becas y porcentaje de los alumnos egresados de la maestría en ciencias marinas.

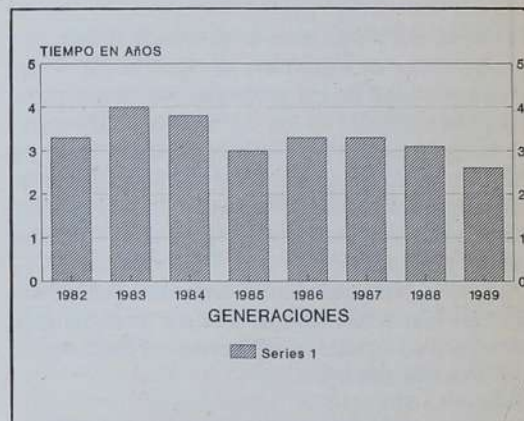


Figura 5. Tiempo promedio por generación para terminar la maestría de biología marina del Cinvestav.

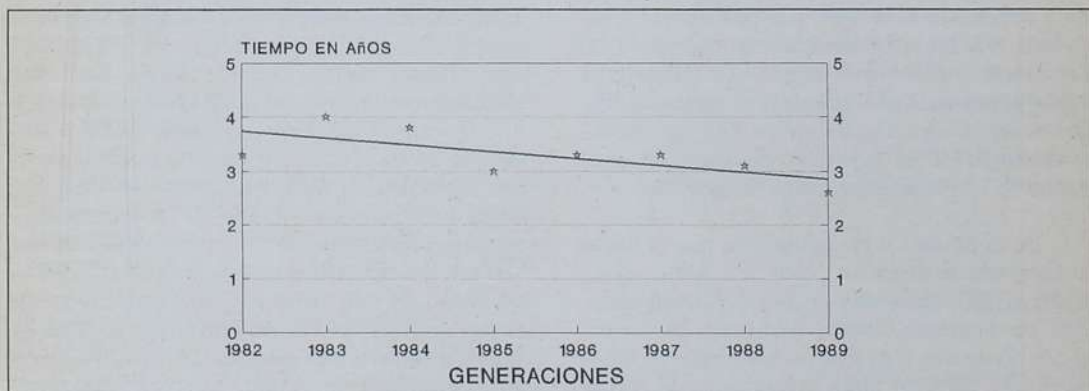
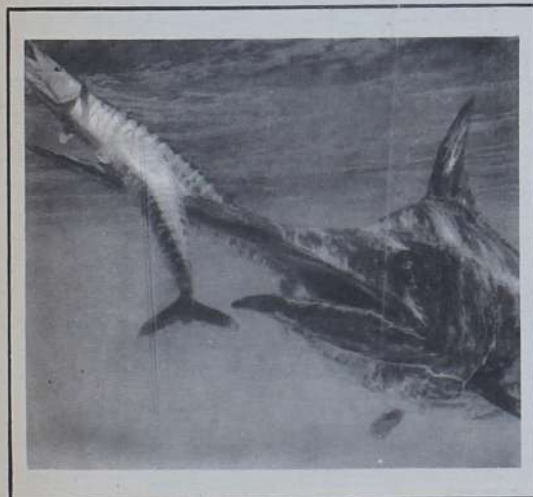


Figura 6. Tendencia del tiempo promedio para terminar el programa de maestría de biología marina.

Año	No. Alumnos inscritos	No. Alumnos graduados	Tiempo promedio Obtención grado (años)	Eficiencia Terminal %
1982	10	6	33	60
1983	10	6	4.0	60
1984	4	3	3.8	75
1985	9	8	3.0	89
1986	12	9	3.3	75
1987	12	11	3.3	92
1988	11	11	3.1	100
1989	12	10	2.6	83
1990	5	-	-	-
1991	11	-	-	-

Tabla 2. Alumnos inscritos y graduados por generación, eficiencia terminal y tiempo promedio para concluir un programa de maestría por año.

La langosta *Panulirus sp.*, el huauchinango *Lutjanus*, la tilapia y el caracol, cada uno de ellos representa el 6%. Sólo el 3% de las tesis se ha ocupado del pulpo *Octopus maya*. El 40% de las tesis se ha ocupado de especies originarias de Yucatán. Una de cada tres tesis abordan estudios de pesquerías (figura 10); una de cada cuatro cubre temas de acuacultura y una de cada cinco de ecología. Diez por ciento de las tesis han sido desarrolladas sobre problemas de biología, 6% sobre patología y 5% sobre contaminación.



Conclusiones

Los egresados del posgrado de biología marina se encuentran laborando en ocho estados de la República y en dieciséis instituciones. (figuras 11 y 12, respectivamente). El 72% de los egresados ha permanecido en la Península de Yucatán (56% en Yucatán, 12% en Quintana Roo y 4% en Campeche). El 40% restante radica en trece Estados con porcentajes inferiores al 6% cada uno.

El 88% de los egresados labora en una institución afín a los estudios que realizó, 4% realiza actividades en una área de trabajo independiente a los estudios que realizó, 4% realiza actividades en una área de trabajo independiente a sus estudios y 4% no trabaja ni continuó otro tipo de estudios. Uno de cada tres egresados se encuentra en el Cinvestav, 18% está en la Secretaría de Pesca y otro 18% se encuentra en diferentes instituciones de educación superior, como son las universidades de Yucatán, Tabasco y Campeche y los tecnológicos de Quintana Roo, Mérida y Chiapas (figura 12). Aun cuando la mayoría de los egresados indicó trabajar en investigación o docencia, sólo el 12% son en la actualidad miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), la mayoría como candidatos a investigador. El 16% de los egresados ha continuado su programa de doctorado y de

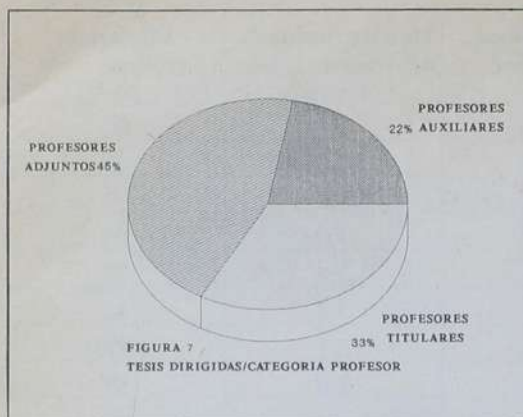


Figura 7. Nivel académico de los directores de tesis del posgrado biología marina.

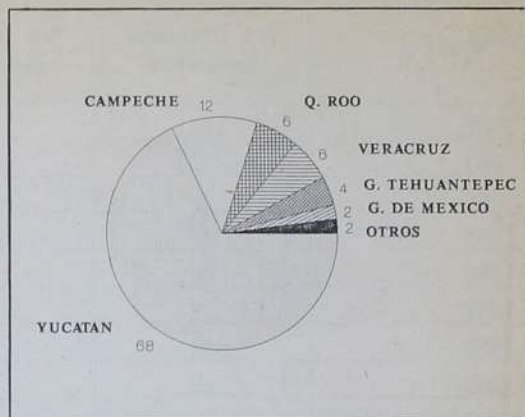


Figura 8. Área geográfica (en porcentaje) donde se desarrollaron las tesis del posgrado.

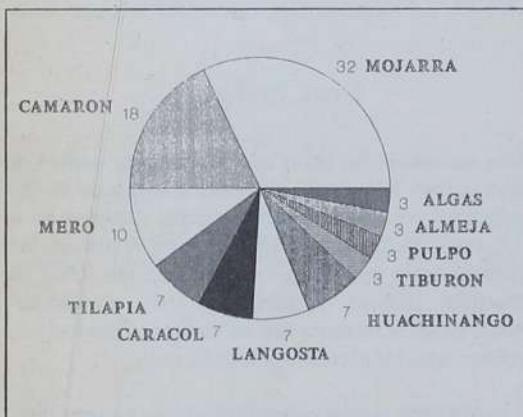


Figura 9. Especies estudiadas en las tesis de maestría del posgrado ciencias marinas de la U. Mérida del Cinvestav.

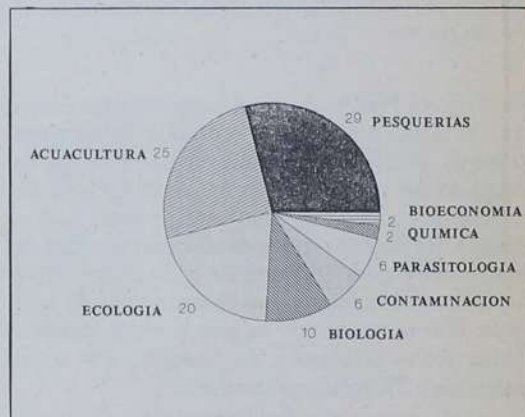


Figura 10. Disciplinas de las ciencias marinas en porcentaje de las tesis del posgrado.

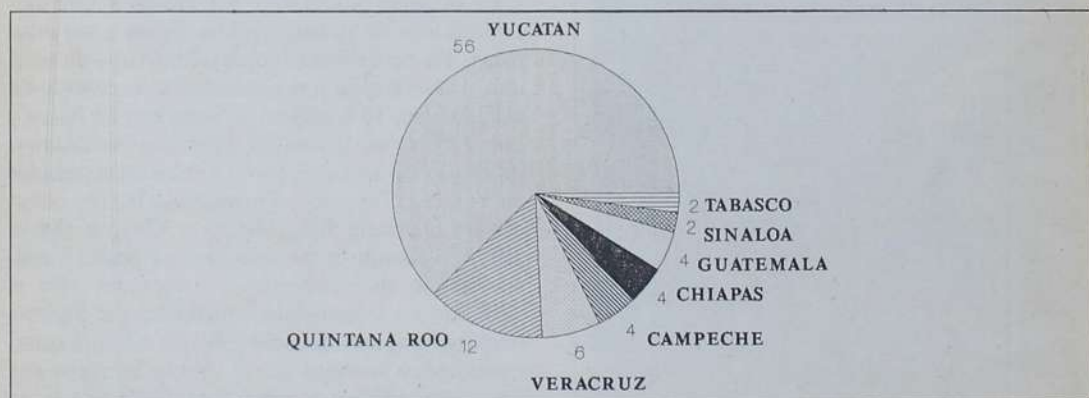


Figura 11. Estados en donde laboran los egresados del programa de posgrado.

INSTITUCIONES DONDE LABORAN EGRESADOS DEL POSGRADO CIENCIAS MARINAS, CINVESTAV

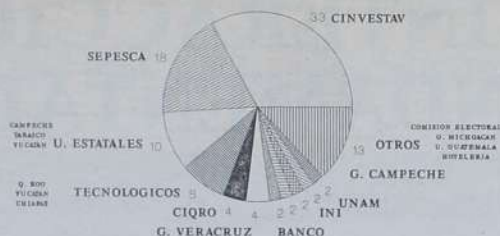


Figura 12. Instituciones donde laboran los egresados del posgrado de ciencias marinas del Cinvestav.

ellos el 75% es miembro de la planta de investigadores del Cinvestav. En relación a si el programa de maestría es adecuado o debe ser reestructurado, el 70% de los egresados opinó que el programa es adecuado.

Del análisis anterior se desprende que el posgrado de Ciencias Marinas de la Unidad Mérida está formando recursos humanos y ha formado al 12% de la planta de investigadores nacionales en esta área del conocimiento.



Notas

1. D. Aldana Aranda, *Avance y Perspectiva* 11 (1992) 203.
2. *Posgrado. Evaluación de los programas de posgrado de excelencia* (CONACyT, México, 1991).
3. Los datos sobre los alumnos del posgrado de Ciencias Marinas fueron tomados del archivo de Control Escolar de la Unidad Mérida y a través de una encuesta de 42 preguntas elaborada por la bióloga Victoria Patiño.



Escuela Latinoamericana de Física ELAF 93

FENOMENOLOGIA DE LAS INTERACCIONES FUNDAMENTALES

Mar del Plata, Argentina, 5 al 16 de julio de 1993

CURSOS

J. BARTELES (Hamburgo): DIS x pequeña
J. BERNABEU (Valencia): Física de neutrinos
G. GOGGI (Pavia-CERN): Física en LHC y en SSC
R. PECCEI (UCLA): Teoría de las interacciones fundamentales
A. PICH (CERN-Valencia): Violaciones de CP

TALLERES

F. HALZEN (Wisconsin): Experimentos sin aceleradores
C. HOJVAT (Fermilab): Experimentos con aceleradores
IV Taller Latinoamericano de Fenomenología

COMITE ORGANIZADOR

G. DUSSEL (Univ. de Buenos Aires)
L. N. EPELE, C. GARCIA CANAL (Univ. Nacional de la Plata)
J. J. GIAMBIAGI (CLAF-CBPF)

INFORMES

LABORATORIO DE FISICA TEORICA
Departamento de Física
Universidad Nacional de la Plata
C.C. No. 67 1900 La Plata Argentina
Tel: 54 21 39061/246062 Fax: 54 21 252006
E-mail: (Internet) elaf93@fisilp.edu.ar



A propósito del SNI: ayudar es la palabra



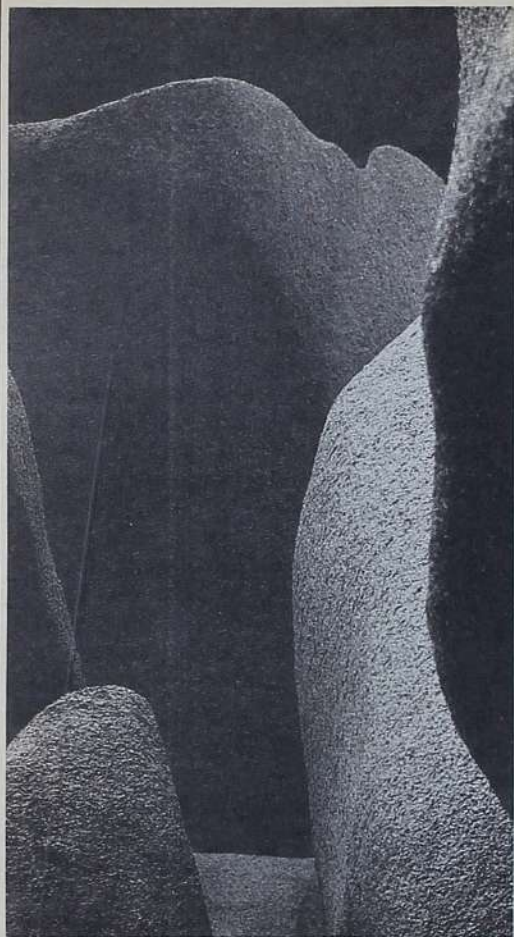
Santiago Genovés

Mucho antes de que el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) naciese, —como cualquier investigador que ha dejado de ser joven— había pensado mucho ya acerca de lo que se ha derramado mares de tinta en todo el orbe: ¿Cómo juzgar a los que juzgan?, problema y proceso tan ancho y profundo, casi, como la propia vida.

Como cualquier otro investigador, desde hace muchos años se me envía, de acreditadas revistas de varias partes del planeta (sobre todo de EUA, Inglaterra, Japón, Francia y España —en este orden de prelación—) trabajos de investigación científica para *referearlos*. Los *desde luego* son claros. Los *para nada*, también. ¡Ah, pero cómo sufro ante el porcentaje de los intermedios! Daré algunos ejemplos.

1. Los bien intencionados, generalmente provienen de un investigador joven que, desde un

El Dr. Santiago Genovés es profesor emérito del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM.



Pierre Drillaud

centro de escasa reputación, aporta más bien poco. Se aprecia de inmediato que está empezando. Trabajo bien hecho pero limitado, dado el ambiente donde se origina.

2. Los de una *vaca sagrada*, que integran conocimiento anterior y que, por lo general, un joven no puede hacerlo, servirán para los jóvenes, aunque los mayores vemos que no hay en ellos nada medianamente nuevo.

3. Los que escriben un equipo que ha trabajado concienzuda, metodológica y tenazmente pero que, por falta de imaginación: (a) no ha en-

contrado nada nuevo o (b) le ha faltado la experiencia para plasmarlo, cuando, en realidad, está ya allí, a la vista, en el trabajo.

Sólo tres ejemplos concretos. El *etc.* si no interminable, es muy largo. El SNI (Comisiones Dictaminadores) guarda, en grupo, una gran semejanza con lo que tiene que hacer el solitario *referee*.

En algo intervine para que se crease el CONACYT. Fui fundador de la Academia de la Investigación Científica, que es la que, acertadamente, sugiere y propone años después que el SNI se levante e integre. Nada he tenido que ver con el SNI. Sólo que durante los dos primeros trienios fui Investigador Nacional, nivel II —lo que me pareció, sin caer en absoluto en una falsa modestia, palmariamente injusto—, y ahora soy nivel III.

Leo *Avance y Perspectiva*, (Vol. 11, julio-agosto 1992); lo que más disfruto es *Y allá arriba. ¿qué hay?* del Dr. Jorge Hernández R.⁴ Tiene ingenio y sentido. Mucho. No obstante, desde diferente lado de mi cerebro, me intereso en otras cuatro contribuciones. Mejor, tres y media: Anaya Velazquez, Ibarrola, Basham, Cerejido.¹ Conuerdo con cada uno. Lo que salta a la vista es que el SNI es perfectible. Como todo. Como la investigación científica más científica. Como la filosofía más y mejor razonada. Como la vida.

Cerejido apunta acertadamente que no puede ni debe evaluarse igual a un joven doctor de 29 años, que tiene tres trabajos en buenas revistas, que a uno de cincuenta con el mismo bagaje. Evidente. Pero, ¿y los de 60 u 80? ¿y los de 24 o 28? Aquí la curva de Gauss no nos sirve. pienso. Ni la estadística de Fisher, Menalanobis o Penrose. ¿Qué nos sirve? Ayudar. Ayudar siempre, con criterio que no se limite a la objetividad estadística deshumanizada, aunque estamos calibrando investigación y producción científica. Einstein decía: "La imaginación es más importante que el conocimiento", o "Gravitation cannot be made responsible for people falling in love?", lo que para mí, al caso, aquí y ahora, y a propósito de SNI, nos sugiere que ni la gravedad ni la inercia nos explican por qué un estudiante se hace investigador científico y, menos aún, cómo entender su ilimitado amor y capacidad hacia la ciencia, que es, en última ins-

tancia, lo que las Comisiones —o el *referee*— tienen que evaluar.

Otro aspecto: M. de I. pregunta “¿Por qué alrededor del 50% de quienes han solicitado su ingreso al SNI en diferentes momentos han sido rechazados?”. Cerejido contesta con una tan concreta como real y graciosa lista de actividades que se adjuntan a las candidaturas para pertenecer al SNI, y que no son investigación científica estricta y *per se*. De acuerdo con Cerejido. Pero...

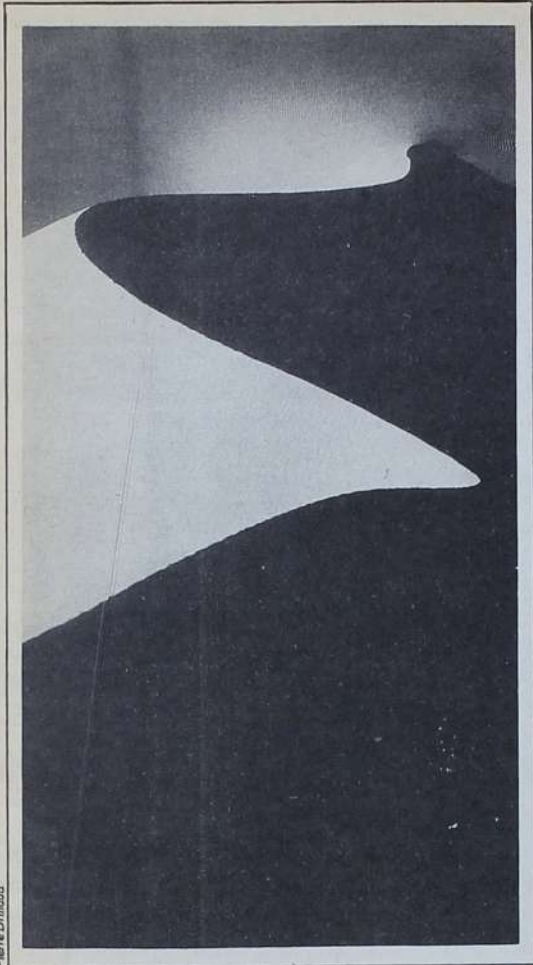
Es que esas —en la mayor parte de las ocasiones— *vacas sagradas*, que abrieron años antes esenciales caminos, y que ahora van a *importantes* congresos, están aquí o allá en cargos oficiales o semioficiales, representan a su institución en una comisión del SEP, etc., y poseen una vasta obra de investigación científica, ¿pueden o deben, a los 65 o 70 años, continuar en investigaciones de verdadera frontera, y produciendo trabajos especializadísimos como cuando tenían entre 40 y 50 años? ¿Es eso lo que deben hacer o, más bien, desgarrarse en aspectos integrativos, muy cercanos a la filosofía de la ciencia en ocasiones? ¿Es que ello lo pueden hacer los jóvenes de 40 años o los administradores de la ciencia? ¿Es que la real y concreta investigación científica no necesita de ellos, lo mismo que el agua a la simiente?

Me cito de lo publicado en *Ciencia y Desarrollo* (CyD)² “Como afortunadamente tenemos el SNI en nuestro país, creo es el momento de una breve acotación. Lo hemos hablado entre varios eméritos, así como entre jóvenes investigadores; hay edades, tiempos, provincias y momentos para todo. Particularizo: no es este ensayo, de manera alguna, producto de *investigación de frontera* especializada y concreta. Para nada. Sí constituye el producto evidente de años de investigación —más o menos original, trascendente, de frontera, útil, concreta y valiosa— que nos lleve, por normal y científica evolución, hacia estos horizontes, un tanto impensables a los 30 o 40 años de edad. Si la evolución está ahí —macro o micro—, el investigador tiene que evolucionar. Incluso debe ayudársele, y aún conminársele a que evolucione bajo parámetros que, naturalmente, tienen que ser diferentes —ni mejores ni peores— a los realizados en otros momentos de su vida. Son mares que hay

que transitar, con método e imaginación, para alcanzar, o para tratar de alcanzar, otras playas. En la investigación —si se me permite— el hombre nada, se embarca, llega, sólo a veces, a una playa, y muere. Sin mayor comentario, otros, en perenne evolución, comenzarán ya desde la playa, a la que sólo nadando jamás hubiesen llegado”.

No arrimo la sardina a mi ascua. Me encuentro bien y en plena actividad, como creo que todos los que aparecen, coincidentemente, en la página siguiente de CyD², y que tomo: “Todos los días... ¡con Ciencia!: Dr. Hugo Aréchiga Urtzuastegui, Dr. Francisco Barnés de Castro, Ing. Benito Bucay Faradji, Dr. Carlos Bazdresch Parada, Dr. José Angel Canavatti Ayub, Dr. Enrique Canales Santos, Dra. Mayra de la Torre. Ing. José de la Herrán, Ing. Guillermo Fernández de la Garza, Dr. Emanuel Haro Poniatowsky, Dr. Gonzalo Halfftter, Dr. Ismael Herrera Revilla, Dr. Miguel José Yacamán, Ing. Fernando Jaimes, Dr. Adolfo Martínez Palomo, Dr. Mario Martínez García, Dr. Jaime Martuscelli, Dr. Yuni Meas, Dr. Mario Ojeda, Dr. Ruy Pérez Tamayo, Dr. Arcadio Poveda Riscalde, Dr. Antonio Peña, Dr. José Luis Reyna, Ing. Leopoldo Rodríguez Sánchez, Dr. Emilio Rosenbluth Deutsch, Dr. Pablo Rudomín Zevnovaty, Dr. Rafael Segovia Canosa, Dr. Leopoldo Solís, Dr. Daniel Liuch Belga, Lic. Víctor Urquidí Binnam. ¡Escúchelos! en ABC radio”. ¿Es esto menos esencial a la cabal investigación científica, como siembra que producirá nueva investigación, que un trabajo publicado en X reconocida revista internacional o nacional? No lo sé. Sólo lo pregunto y me lo pregunto.

Ya no tan joven, el después Nobel P. Medawar, me escribía: “Todos los adelantos en el campo de la ciencia, a todos los niveles, comienzan con una aventura especulativa, con una preocupación imaginativa de los que pudiera ser cierto, preocupación que siempre, y necesariamente, ya un poco más allá (a veces mucho más allá) de aquello para lo que poseemos autoridad lógica o de hecho para creer en ello. Es la invención de un mundo posible, de una pequeña fracción de ese mundo. Se expone luego la conjetura a la crítica con el fin de averiguar si ese mundo ideado se parece o no al real, a la realidad. El pensamiento científico es, por lo tanto, en todos sus niveles, la interacción entre dos tiempos de pensamiento, un



Pierre Drillaud

diálogo entre dos voces: imaginativa una, crítica de sí misma la otra. Un diálogo, si usted quiere, entre lo posible y lo actual, entre proposición y posibilidad, conjetura y criticismo. Entre lo que pudiera ser cierto y lo que es cierto en realidad. Dentro de esa concepción del proceso científico, la imaginación y la crítica integralmente: la pura imaginación sin crítica puede constituir no más que la profusión cómica de nociones grandilocuentes y tontas. Por sí solo, el puro razonamiento crítico es estéril".

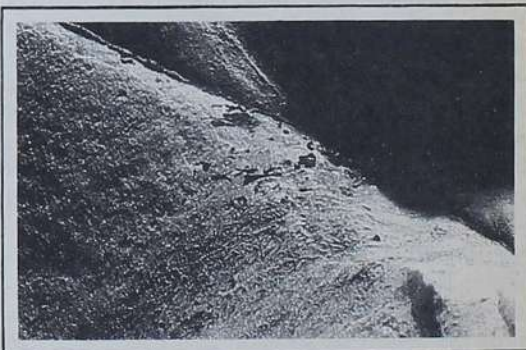
Yo sí era joven entonces. Lo de Medawer ha sido, en buena medida, guía para mí en ajustada investigación científica. ¿Hubiese Medawer podido

escribir esto a los 29 años? ¿Lo mucho que escribí y publicó en *Perspectives in biology and medicine* o en *The New York Reviews of Books*, que no fue, jamás, investigación científica *sensu strictu*, ¿le hubiese valido en nuestro país para pasar a categoría III del SNI, o se hubiese quedado en la II bajo el criterio de que ello no es investigación científica? Un último punto. Por fortuna, CONACYT acaba de poner bien claro que no hay ciencia aplicada sin ciencia básica³. Que no posee la una más valor que la otra. Que se internutren, lo que es, de por sí, un acercamiento hacia una filosofía de la ciencia, sin la cual la ciencia no puede ubicarse o evolucionar. Hecho al que doy categoría de histórico, ya que por provenir del sector oficial, y que tendrá que ser cuidadosamente considerado por SNI, ahora que queda bajo la coordinación de CONACYT. Sí: creo, firmemente, que este diálogo, en el que ahora participo por vez primera, era y es necesario, y qué bien que *Avance y Perspectiva* lo haya suscitado. Estoy consciente de que estas líneas han sido un poco extensas. En unos casos es imprescindible la síntesis. En otros no. Y, con el sentido de humor que campea en el cuento de Hernández R.⁴, se me ocurre: ¿Nos servirá esto, a cada uno de nosotros, como válida aportación para continuar en el SNI? ¿O es sólo un juego menor ajeno a la ciencia, a la cabal investigación científica?



Notas

1. L. F. Anaya Velázquez, M. de Ibarrola, Y. Basham, M. Ce-reijido, *Avance y Perspectiva* 11 (1992) 241.
2. S. Genovés, *Ciencia y Desarrollo*, Vol. 18, Núm. 104 (1992) 22.
3. *Excélsior*, 11 de agosto de 1992.
4. J. Hernández R., *Avance y Perspectiva* 11 (1992) 261.



Carlos Fernández Tomás: homenaje póstumo

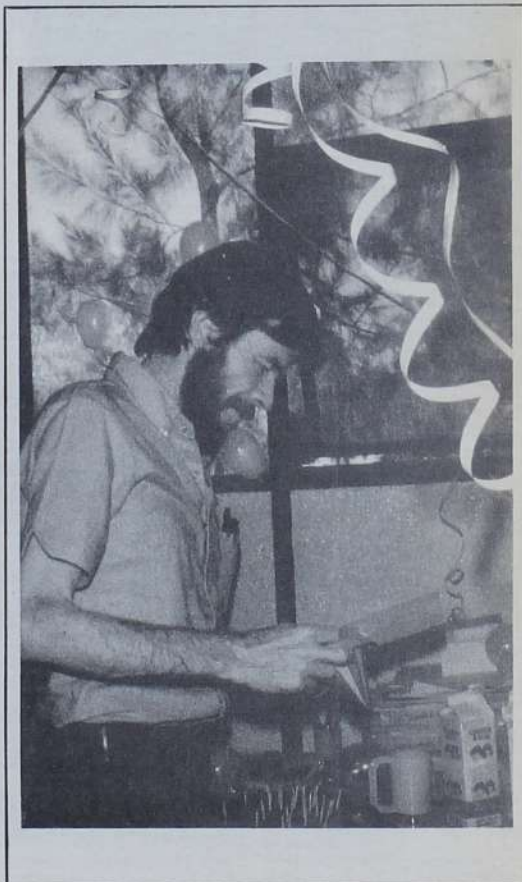
El 16 de julio de 1992 se rindió un homenaje póstumo al doctor Carlos Fernández Tomás en un acto organizado por el Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav. Su nombre fue impuesto al aula de seminarios que comparten este mismo departamento y el de Patología Experimental en una placa que fue develada por el director general de la institución, doctor Feliciano Sánchez Sinencio. A continuación transcribimos las palabras que se pronunciaron en el homenaje, al que siguieron cuatro conferencias sobre diversos aspectos de la virología molecular en México, campo al que se dedicó el doctor Fernández Tomás.

Semblanza

Cecilia Montañez

El doctor Carlos Fernández Tomás inició su formación académica superior en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Al concluir esta etapa continuó sus estudios de posgrado, obteniendo el grado de maestro en ciencias en el Departamento de Bioquímica del Cinvestav. Posteriormente, terminó el doctorado en el mismo departamento y durante esta etapa de su formación trabajó sobre algunos aspectos de la síntesis de proteínas en eucariotes. A continuación realizó una estancia posdoctoral en el laboratorio del doctor David Baltimore, en el Departamento de Biología del Massachusetts Institute of Technology, en donde inició sus estudios sobre el virus de la poliomielitis y analizó el proceso de morfogénesis, sistema en el que incidieron sus investigaciones más importantes.

Los temas que sobresalen en las investigaciones que desarrolló el grupo del doctor Fernández Tomás incluyen el estudio de mecanismos de patogenia viral, que implica el análisis de los efectos que causa en la célula la infección con poliovirus. La supresión de las funciones celulares durante la



La Dra. Cecilia Montañez es profesora titular y jefa del Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav.



infección, en particular el efecto del poliovirus sobre la síntesis de RNA y proteínas celulares, fueron

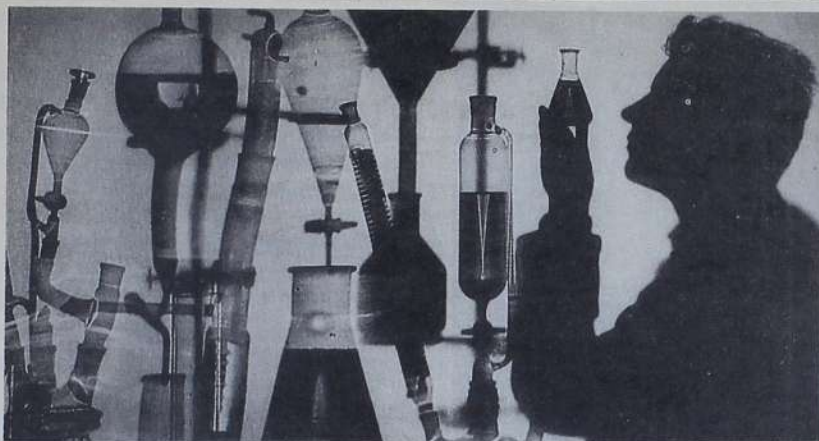
aspectos claves de su investigación. Asimismo, su grupo inició el estudio molecular del virus del dengue, de gran importancia en el área de salud pública en México. Realizó también estudios para el desarrollo de ribosondas que permitieran la detección de secuencias de virus de RNA, metodología necesaria en nuestro país para mejorar los sistemas de diagnóstico.

Otro aspecto importante de las contribuciones del doctor Carlos Fernández fue la formación de recursos humanos por medio del apoyo a la educación superior, al impartir cursos en dependencias de la UNAM como la Facultad de Medicina, el Instituto de Investigaciones Biomédicas y la Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala, así como en diversas universidades de provincia, además de los cursos impartidos en el Cinvestav y la dirección de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

En esta ceremonia reconocemos pues la labor del doctor Carlos Fernández Tomás tanto por sus aportaciones al conocimiento científico como por su participación en la formación de recursos humanos de alto nivel.



Carlos Fernández Tomás, compañero y amigo



Rubén López Revilla

Carlos Fernández Tomás fue un hombre extraordinario. Prueba de ello es este homenaje que le estamos rindiendo en pleno Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, institución maravillosa a la que dedicó la segunda mitad de su vida, pero que todos sabemos es una madre parca y severa con sus hijos.

Los amigos de Carlos hemos coincidido en que, para que este reconocimiento sea justo –en la doble acepción de justicia y justeza–, debe cuadrar con su personalidad y ser por tanto breve y sencillo. Antes de entrar en materia quiero agradecer a los organizadores de esta ceremonia el honor que significa para mí el haber sido invitado a decir estas palabras en nombre de sus compañeros y amigos, a sabiendas de que mi único mérito es haber sido compañero de generación y colega de Carlos en el Centro, aunque, eso sí durante los últimos 25 años.

Cuando Carlos y quienes seríamos sus compañeros de generación llegamos aquí en 1967 a iniciar los cursos de prerequisites de bioquímica, el Centro parecía una pequeña empresa familiar con sólo seis departamentos. Los del Área Biológica eran dos: Bioquímica y Fisiología, este último al mando del legendario y temible doctor Arturo Rosenblueth, director fundador y santo patrono del Centro. Profesores y estudiantes departábamos diariamente en el comedor, de manera que al cabo de unos meses era posible que casi todos nos hubiésemos conocido no sólo de nombre sino por algunas hazañas, reales o inventadas. El ambiente se enriquecía con el entusiasmo colectivo derivado de la sensación de formar parte de una comunidad académica pionera y libre, dedicada a profesionalizar y difundir la actividad científica esencial para el desarrollo del país. Los estudiantes éramos conscientes del privilegio de pertenecer a un sitio culturalmente tan rico y excepcional en el México de entonces, a una verdadera institución académica con profesores que habían recibido el doctorado en universidades de Estados Unidos y Europa y se dedicaban exclusivamente a la ciencia y a la formación de investigadores. También nos estimula-

El Dr. Rubén López Revilla es profesor titular del Departamento de Biología Celular del CINVESTAV y miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*.



ba el carácter efectivamente nacional del Centro, porque los estudiantes proveníamos no sólo del Distrito Federal y de los estados de la república, sino también –aunque en menor escala– de otros países de América Latina, de Estados Unidos y de Europa.

El movimiento estudiantil de 1968 cambió radicalmente al país, y dejó una huella todavía más profunda en las instituciones de educación superior, y la nuestra no fue la excepción. Profesores y estudiantes nos hicimos conscientes de que el autoritarismo y la mentira –sufridos y combatidos sin cuartel por los jóvenes de entonces– son causa de la injusticia y el atraso. Desde entonces nuestro trato, de por sí amable y de altura, se volvió más cálido y menos formal. Creo que este período hizo madurar mucho a Carlos, quien redobló su interés para tratar de comprender y resolver los problemas colectivos que estaban a nuestro alcance.

En 1968, cuando se fundó el Departamento de Genética y Biología Celular, nos mudamos a este edificio los profesores y los estudiantes de la primera generación. Carlos y yo elegimos hacer

nuestras tesis con Saúl Villa y Fernando Bastarrachea, respectivamente, con lo cual me beneficié de la feliz coincidencia de que Carlos y yo trabajásemos en el mecanismo de síntesis de proteínas, aunque él en animales y yo en bacterias. Gracias a ello mantuvimos durante más de dos años una especie de colaboración muy amplia, aunque nunca formalizada, –que derivaba y dependía de nuestra amistad y del apoyo de Saúl Villa, quien compartió con nosotros sus conocimientos y experiencias con absoluta generosidad.

En septiembre de 1971 Carlos y yo iniciamos un entrenamiento posdoctoral en virología animal en Estados Unidos. El estuvo dos años con Dave Baltimore en el Massachusetts Institute of Technology, en cuyo laboratorio, analizando la morfogénesis del virus de la polio, descubrió y caracterizó al provirión, precursor de las partículas maduras de los picornavirus. En sus cartas de entonces son notables su sentido del humor y su dominio de la virología molecular, y sobresalen sus planes –detallados y obsesivos– de mejorar la enseñanza en el Centro y dar lo máximo de sí mismo a los estudiantes. Durante sus 18 años como profesor en el Centro cumplió con creces estos dos objetivos académicos fundamentales.

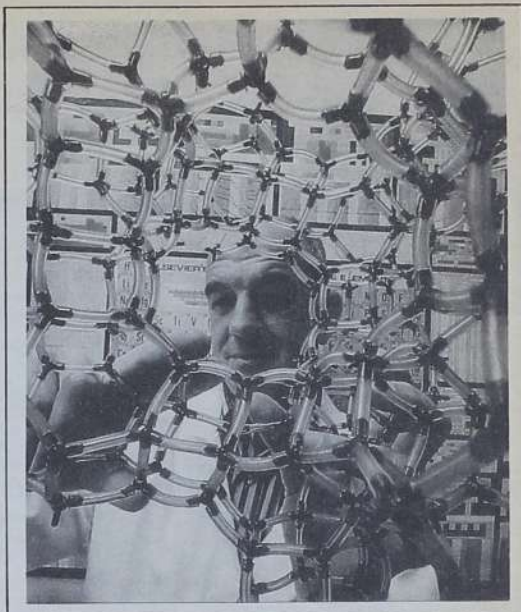
En septiembre de 1973 coincidimos nuevamente en nuestro regreso al Centro, aunque en un curioso enroque, debido a que el departamento se había partido en dos: el de Genética (bautizado desde hace buen tiempo como de Genética y Biología Molecular) en la planta alta del edificio, y el de Biología Celular en la planta baja. Carlos se incorporó como profesor en la planta alta y yo en la planta baja, ubicación inversa a la de los laboratorios en los que fuimos estudiantes. Apenas terminado de instalar su laboratorio, a mediados de 1974 Carlos me invitó a participar en el primer curso teórico-práctico formal que se dió en el Centro sobre cultivo de células animales, el cual organizó con Leandro Medrano, español amigo suyo que había conocido en el MIT.

Carlos continuó trabajando en la morfogénesis del poliovirus, pero fue concentrándose cada vez más en la patogenia viral, especialmente en los mecanismos de bloqueo de la síntesis de macromoléculas por poliovirus. Con Samuel Zinker cola-

boró en el análisis de la fosforilación de las proteínas ribosomales de células infectadas y en colaboración con Graciela Flores y Patricio Gariglio desarrolló el modelo de bloqueo de la transcripción en células infectadas con SV40 y luego superinfectadas con poliovirus, que continuó estudiando con Aurelio Díaz, Luz María Rangel y Déborah Lazard. En los últimos años había realizado con Rosa María del Angel el análisis de mutantes del extremo 5' del genoma de poliovirus que afectan la traducción de la poliproteína e iniciado, con José Tapia y otros colegas, nuevos proyectos sobre virus causantes de enfermedades de importancia médica y pecuaria tales como la inmunodeficiencia humana, el dengue y el síndrome del ojo azul de los cerdos.

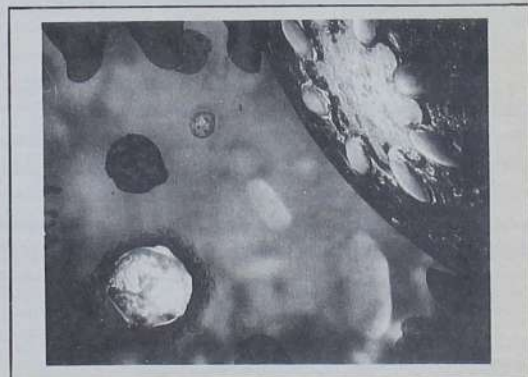
La ausencia de Carlos representa una gran pérdida para el desarrollo de la virología animal, que a pesar de su importancia se encuentra tan rezagada en México. Además de los cursos de posgrado que impartió, de los estudiantes graduados que formó y de los discípulos que continúan trabajando en líneas de investigación iniciadas en su laboratorio, Carlos se distinguió especialmente como profesor de biología molecular y virología en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala (UNAM). Prueba de su enorme impacto son las diez tesis profesionales que dirigió a jóvenes biólogos de dicha escuela, gran parte de los cuales continuaron el posgrado o son ya investigadores establecidos en virología.

Carlos era no sólo conocido en el Centro, sino estimado y respetado por muchos profesores de diversos departamentos y especialidades, quienes lo recuerdan por su compañerismo, su interés por la institución y su generosidad. Este interés por el Centro lo mantuvo siempre activo en nuestra asociación de profesores y, huelga decirlo, en las situaciones de conflicto institucional. En opinión de sus amigos más cercanos, su influencia sobre los problemas de nuestra comunidad provenía de su gran capacidad analítica, derivada de una sagacidad bien disimulada y de la extensa información documental y personal que se allegaba. En las crisis resultaba muy eficaz su capacidad de conciliación, especialmente al plantear opciones que sazónaba sabrosamente como metáforas. Un amigo que añora la agudeza de Carlos nos ha confe-

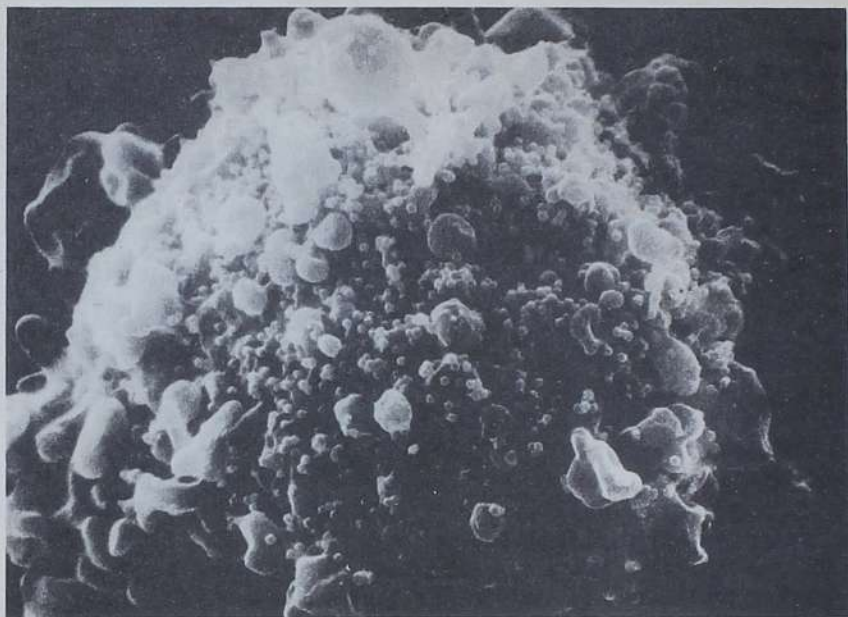


sado que al enfrentar una situación oscura o difícil siempre se pregunta: "¿Y qué diría Carlos de esto?"

Finalmente quiero destacar la cualidad en la que me parece que Carlos fue sobresaliente: su inmenso amor a la vida. O, para decirlo con las palabras del amigo que hace poco me la hizo notar, "sus ganas de vivir". De ellas debe haber sacado el ejemplo de entereza que nos dio al luchar sin descanso y sin aspavientos con su larga enfermedad. Haberlo visto y recordar que fue así nos sigue asombrando, nos hace admirarlo más cada día y nos anima a seguir luchando y viviendo con ganas.



Carlos Fernández Tomás, el maestro



José Tapia Ramírez

Para mí es importante hablar de algunos aspectos de la vida académica de Carlos porque son parte de nuestra vida y de nuestra formación. Debo confesar, además, que es difícil dado que Carlos era de las personas a quienes los halagos parecían no agradarle mucho.

El trabajo de Carlos como maestro tenía varias características y comprendió varias etapas. Debo resaltar que la relación que guardaba Carlos con sus estudiantes y trabajadores fue siempre de respeto mutuo y con sus discípulos sumaba a ella una paciencia enorme, la cual demostraba a través de sus actitudes y comentarios.

Recuerdo cuando ingresamos mis compañeros y yo hace diez años al Departamento de Genética, el cual era relativamente pequeño en cuanto al número de estudiantes y la interacción entre profesores y educandos era más intensa. A quienes tuvimos la fortuna de estar bajo la supervisión directa de Carlos nos motivaba bastante el ver cómo nos enseñaba desde las cosas sencillas hasta el manejo de sistemas complejos; desde un simple cultivo de células hasta el manejo de infecciones experimentales con el virus de la poliomielitis, sistema que Carlos manejaba desde sus estudios posdoctorales con David Baltimore y sobre el cual publicó sus dos primeros artículos que contribuyeron a entender mejor la morfogénesis del virus.

Cuando Carlos regresó de un congreso de virología en 1982 nos platicaba de las nuevas técni-

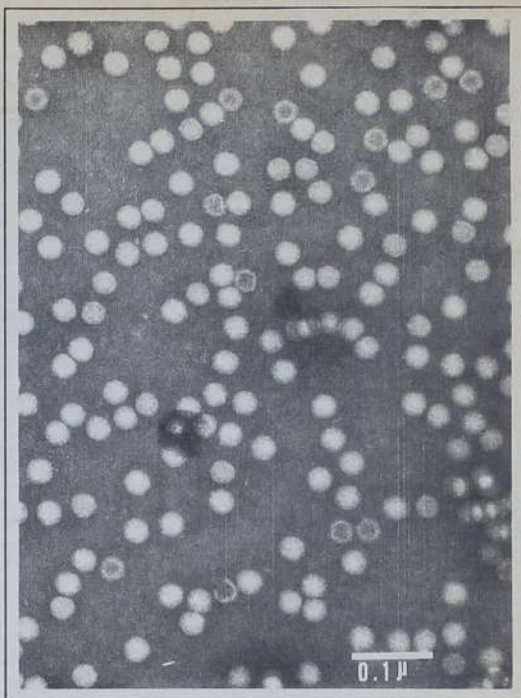
El Dr. José Tapia Ramírez es profesor adjunto del Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav.

cas que se estaban empleando en la virología molecular y nos decía: "Las técnicas ahora se están redescubriendo para darles un sentido real de aplicación". En dicho período nuestro laboratorio aún no se trabajaba en la manipulación de genes virales con técnicas de DNA recombinante y el único que trabajaba con dicha metodología era el doctor Jacobo Kupersztoch, amigo cercano de Carlos. "Debemos actualizarnos si es que no queremos que el laboratorio quede desfasado", terminaba por decirnos Carlos.

Una parte importante en la relación profesor-estudiante es la confianza que el asesor va transmitiendo a sus discípulos. Cuando uno recién ingresa a un laboratorio se siente en un mundo diferente, donde se entremezclan el miedo del principiante y el temor a lo nuevo, al mismo tiempo que la emoción y la satisfacción de sacar buenos resultados y también decepciones no pocas veces, cuando los resultados no son satisfactorios. Cuando esto último ocurría, allí estaba Carlos, con palabras de aliento y diciéndonos: "hay que planear el siguiente experimento, no caben las lamentaciones".

Cuando aparecieron los primeros reportes sobre la clonación y secuenciación completa del DNA complementario del virus de la poliomielitis, Carlos reflexionaba y nos decía —como efectivamente ocurriría después— que la investigación sobre poliovirus en los siguientes cinco o diez años revolucionaría todos los conocimientos que se tenían sobre dicho virus. Hoy se conocen de manera precisa las señales de la iniciación y terminación de la traducción, así como la maduración de las proteínas; se conocen las bases moleculares de la atenuación y la virulencia de las cepas vacunales y se empiezan a entender los mecanismos de la patogenicidad del virus.

Los tiempos fueron cambiando y el laboratorio también. Se empezaron a poner en práctica metodologías redescubiertas o nuevas, y fue así como en 1982 Aurelio Díaz empezó a utilizar enzimas de restricción descubiertas años atrás, aunque para nosotros era algo nuevo. Decía Carlos que eran "las tijeras para el corte y confección", y eso son en realidad. Eran nuestros primeros intentos por abordar la biología de virus animales desde el punto de vista no sólo fisiológico y bioquímico sino también



molecular. En ese año se publicaron dos trabajos, uno sobre inhibición de la transcripción de Graciela Flores y otro de proteínas inducidas durante la infección con poliovirus. Hacia 1985 se continuó el trabajo sobre sistemas de transcripción in vitro con estudiantes como Gabriel Iturriaga, Francisco Velázquez y Déborah Lazard, el cual dió origen a varias presentaciones en congresos nacionales e internacionales y a una publicación.

Carlos tenía una visión clara y bien definida de los cambios que quería en su laboratorio. Hacia finales de 1985, con las clonas del DNA complementario del poliovirus y de varios genes celulares, empezamos a abordar algunos estudios sobre los mecanismos de la patogenia viral y el mapeo de funciones supresoras. Estudiantes como la hoy doctora Rosa María del Angel, María Eugenia Nuñez, Leobardo Mendoza y Marco Cajero iniciaron el trabajo. Unos generando mutantes sitio-específicos para mapear funciones supresoras, otros estudiando el papel de secuencias regulatorias hasta entonces sin importancia. Fue entonces que las clonaciones, el Southern blot y el Northern blot, se



Víctor Medrano y Carlos Fernández Tomás

hicieron rutinarias y, a la vez, necesarias para poder seguir avanzando.

Sobra decir que cuando Carlos analizaba nuestros trabajos lo hacía de una manera entusiasta, ya que también para él estos cambios representaban motivos de satisfacción. Siempre tenía tiempo para sus estudiantes. Cuando llegábamos a su oficina y le pedíamos un minuto de su tiempo para un resultado, accedía de buen grado. Recuerdo lo que nos decía cuando le mostrábamos un resultado que no lograba reproducirse: "profesores, en la ciencia no hay magia".

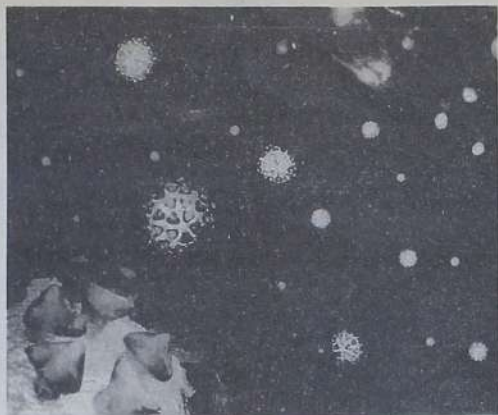
El análisis de los resultados siempre lo hacía de una manera constructiva y crítica, lo cual se reflejaba a través de sus preguntas y sugerencias, siempre con el ánimo de mejorar el desarrollo del trabajo. Lejos de sentirse el dueño de la verdad absoluta, sabía reconocer también cuándo se equivocaba.

Cuando uno analiza el trabajo de Carlos nota ciertas características. Su formación académica se llevó a cabo en una década en la cual hubo cambios profundos en México y esto se reflejó en sus conceptos de lo que debe ser la ciencia. El formó

parte de las nuevas generaciones de investigadores que salieron al extranjero a terminar su formación académica y regresaron al país a continuar su trabajo de investigación implementando nuevas líneas de investigación, sabedores del compromiso que ello representaba y conscientes de la relación estrecha del conocimiento científico y del papel de éste en la sociedad.

Fue uno de los primeros profesores que conocí que de manera abierta externaba sus puntos de vista sobre la situación general del país. En su plática cotidiana se hacía evidente su espíritu crítico. Defendía sus opiniones con todo lo que ello implicaba. En cierta ocasión nos presentó un seminario diferente del estrictamente académico, en el cual expuso de manera clara la distribución de recursos destinados a la ciencia en México, los cuales habían disminuido dramáticamente durante la década de los ochenta, situación que se reflejaba de manera evidente en los laboratorios en el período 1985-1989. Podría decirse que Carlos era sumamente crítico ante las situaciones que afectaban el desarrollo científico y la vida académica del Centro.

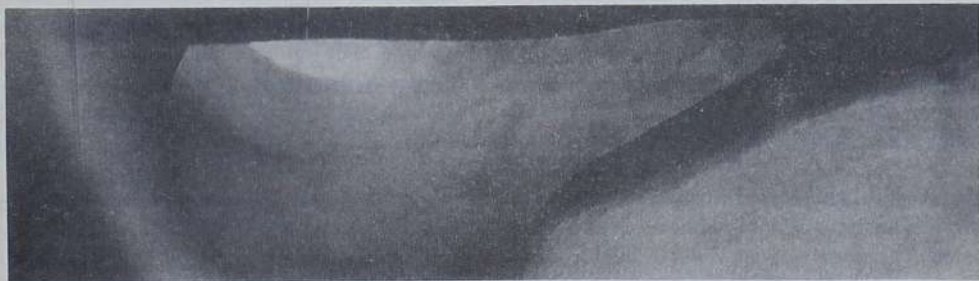
Poca gente conoce el papel y la influencia académica que tuvo Carlos en el crecimiento del Departamento de Genética. Baste mencionar que de los estudiantes de licenciatura que tomaron su curso de biología molecular en la ENEP-Iztacala, alrededor de 40 ingresaron a laboratorios del Centro—24 a Genética, cuatro a Fisiología, siete a Biología Celular, tres a Biotecnología y uno a Bioquímica— a realizar su tesis de licenciatura; 18 continuaron estudios de maestría y 11 realizaron o se encuentran realizando estudios de doctorado en diferentes instituciones de Estados Unidos, Nueva Zelanda, Inglaterra, Francia y Alemania. Decía Carlos, con razón: "En esta etapa de formación de los estudiantes, además de la información es importante sembrar en ellos la semilla de la inquietud por la investigación, que puedan entrar a un laboratorio; el tiempo y su trabajo irán definiendo con mayor precisión su tema de interés". Hoy encontramos algunos de sus discípulos como auxiliares de investigación o investigadores en áreas como fisiología, biología celular, bioquímica, patología experimental, genética, neurociencias y biología molecular. Cabe mencionar que otros estudiantes



provenientes de instituciones estatales que estuvieron en algún período de su formación académica bajo la supervisión de Carlos se encuentran en universidades de provincia como las de Chihuahua, Zacatecas, Aguascalientes, Veracruzana, Guadalajara y Puebla.

Es justo mencionar que Carlos, junto con un grupo de profesores de los departamentos de Biología Celular y de Patología Experimental, inició un trabajo interdisciplinario en el cual se originaron algunos estudios sobre el virus de ojo azul, agente infeccioso en cerdos que representa un problema de sanidad animal importante en el país.

Los cambios se están dando. Sin embargo, hace tres años Carlos nos llamó a su oficina y nos dijo: "profs., ocurre esto... me voy ausentar". En ese momento no dábamos crédito a lo que nos estaba diciendo, creíamos que a todos les podía ocurrir pero ¿por qué a Carlos? A partir de entonces, como escribió uno de sus amigos, "Carlos nos fue sembrando de ausencias". Desde noviembre del año pasado sus ausencias se hicieron cotidianas y su única manera de comunicarse con nosotros era el teléfono, hasta que una noche nos avisaron que Carlos se había ido. Sólo me resta decirte: ¡Gracias Carlos!... por tu paciencia y tus enseñanzas, por tu amistad, tu ejemplo de honestidad y tu enorme anhelo de vivir. Gracias también a tus familiares, a tus hijos, que compartieron mucho de tu persona con nosotros.





noticias del centro

Graduados entre julio y septiembre de 1992



Maestros en Ciencias

Luis Manuel Rodríguez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biotecnología. 11 de septiembre. Estudio sobre la asimilación de metanol en levaduras. Asesor: Dr. Ignacio Magaña Plaza. Se incorporó a la planta de profesores de la UMSNH.

Santiago Jesús Pérez Ruiz. Maestro en Ciencias en la especialidad de Bioelectrónica. 14 de septiembre. Incubadora neonatal controlada por microprocesador. Asesor: M. en C. Ernesto Suaste Gómez. Se integró a la planta académica del Centro de Instrumentos de la UNAM.

Araceli Castrejón Rojas. Maestra en Ciencias en la especialidad de Biología Molecular. 14 de julio. Efecto de agentes que modulan la proliferación y diferenciación sobre células linfoides normales y

leucémicas. Asesores: Dr. Juan Patricio Gariglio Vidal y Dr. Alejandro Manuel García Carrancá. Se integró a la planta de investigadores del Instituto Nacional de Salud Pública.

Marcos Cajero Juárez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Molecular. 24 de julio. Asociación de proteínas celulares a la RNI 5' de Rhinovirus humano 14. Asesores: Dra. Rosa María Del Angel Núñez de Cáceres y Dr. Carlos Fernández Tomás. Continúa su doctorado en el Institut National de la Recherche Agronomique de Francia.

Evaristo Julio Ballinas Díaz. Maestro en Ciencias en la especialidad de Bioingeniería. 5 de agosto. Proceso para la elaboración de una harina integral de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su evaluación nutricional en aves. Asesor: M. en C. Carlos Cruz Mondragón.

Patricia Inés Gorostiza Jauffred. Maestra en Ciencias en la especialidad de Farmacología. 20 de agosto. Modulación de las corrientes de potasio y calcio por el receptor adrenergico alfa en miocitos ventriculares aislados de cobayo. Asesores: Méd. Cir. Fermín Ignacio Antonio Valenzuela y Gómez Gallardo y Dr. Gilberto Castañeda Hernández. Se incorporó a la planta de investigadores del Instituto Nacional de Cardiología.

Luis Castillo Hernández. Maestro en Ciencias en la especialidad de Fisiología y Biofísica. 14 de septiembre. Análisis de la liberación espontánea de neurotransmisor en la unión neuromuscular de la rana y sus implicaciones estadísticas. Asesor: Dr. Emilio Julio Muñoz Martínez. Se incorporó a la planta de investigadores de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Leopoldo Cendejas Morales. Maestro en Ciencias en la especialidad de Física. 3 de agosto. Angulos de mezcla izquierda-derecha para las tres generaciones en el modelo estándar. Asesor: Dr. Rodrigo Huerta Quintanilla.

José Javier Ruiz León. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 27 de julio. Desacoplamiento estático de sistemas lineales: el caso de dos salidas. Asesores: Dr. Angel Nahúm Herrera Hernández y Dr. Jorge Antonio Torres Muñoz. Continúa su doctorado en el Instituto de Teoría de la Información y Automatización de la Academia Checoslovaca de Ciencias en Praga.

Basilio del Muro Cuellar. 28 de julio. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. Estabilización robusta y desacoplamiento aproximado de sistemas lineales. Asesores: Dr. Jorge Antonio Torres Muñoz y M. en C. Antonio Osorio Cordero. Se integró a la planta de profesores del campus Estado de México del ITESM.

Adam Hernández Rodríguez. 30 de julio. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. Implementación del protocolo de transporte TCP. Asesor: M. en C. Andrés Vega García. Se integró al programa de satélites solidari- dad en la Universidad de California en Los Angeles y la compañía Hughes Aircraft.

Graciela Román Alonso. Maestra en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 17 de agosto. Software de servicios para un conmutador de datos. Asesor: M. en C. Andrés Vega García. Se incorporó a la planta de profesores de la Universidad de Tecnología de Campeche.

René Joel Herrera. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 11 de septiembre. Esquemas de control robusto para sistemas no lineales. Asesores: Dr. Jaime Alvarez Gallegos y Dr. Rafael Castro Linares. Se integró a la planta de investigadores del CICESE en Ensenada, B.C.

Alfonso Noriega Ponce. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 18 de septiembre. Un ambiente para el desarrollo de controladores lógicos programables en computadoras

personales. Asesores: Dr. Luis Ernesto López Mellado y Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha. Se incorporó a la planta de profesores de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Patricia Medina Melgarejo. Maestra en Ciencias en la especialidad de Educación. 17 de julio. Ser maestra, permanecer en la escuela: la tradición en una primaria urbana. Asesora: M. en A. Elsie Richmond Rockwell.

Raúl Flores Herrera. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. Graciela Román Alonso. 17 de julio. Sobre la construcción del concepto de convergencia en relación al manejo heurístico de los criterios. M. en C. Rosa María Farfán Márquez. Se integró a la planta de profesores de ITESM, Campus Monterrey.

Julio César Escobedo Mireles. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 28 de julio. Nociones intuitivas de probabilidad en estudiantes de nivel superior. Asesor: Dr. Jesús Alarcón Bortolussi. Se reintegró a la planta de profesores del ITESM, Campus Estado de México.

Antonio de Gante Ugarte. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 31 de julio. Identificación y análisis de técnicas y habilidades requeridas en el curso Álgebra I de la licenciatura en Física y Matemática. Asesor: Dr. Guillermo Francisco Arreguín Sánchez. Se reintegró a la planta de profesores de la ESFM-IPN.

Javier González Mendieta. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 21 de agosto. Geometría una experiencia docente. Asesor: Dr. Luis Enrique Moreno Armella. Se integró a la planta de profesores de la UAEM.

Roberto Leyva Ontiveros. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 28 de septiembre. Elementos para el diseño de enseñanza-aprendizaje del cálculo. La graficación en la formación de profesores de matemáticas. Asesores: Dr. Eugenio Filloy Yagüe y M. en C. Ignacio Garnica Dovala. Se reintegró a la planta de profesores de la UNISON.

José Luis Rodríguez Galicia. Maestro en Ciencias en la especialidad de Metalurgia No Ferrosa. 23 de septiembre. Obtención de formas cuasinetas por fundición de investimento. Asesores: Dr. Manuel Méndez Nonell y Dr. Alejandro Manzano. Es auxiliar de investigación en la Unidad Saltillo del Cinvestav.

José Luis Soto Munguía. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 17 de agosto. Elementos para el análisis del currículo de matemáticas del bachillerato. Asesores: Dr. Eugenio Filloy Yagüe y M. en C. Ignacio Garnica Dovala. Se reincorporó a la planta de profesores de la UNISON.

Enrique Hugues Galindo. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 17 de agosto. Análisis de elementos para un diseño curricular de matemáticas. Una tendencia actual. Asesores: Dr. Eugenio Filloy Yagüe y M. en C. Ignacio Garnica Dovala. Se reintegró a la planta de profesores de la UAS.

Gilberto Cuadras Camacho. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 18 de agosto. Propuesta de curso de ecuaciones diferenciales para la carrera de ingeniería civil en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Asesor: Dr. Eugenio Filloy Yagüe. Se reintegró a la planta de profesores de la UAS.

Alberto Camacho Ríos. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 7 de julio. Análisis de textos para ingeniería (un breve estudio sobre las cantidades en movimiento). Asesor: Dr. Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza. Se reincorporó a la planta de profesores de la UACH.

Luis Orlando Castillo Saldaña. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 15 de julio. La co-existencia de dos lenguajes simbólicos: el lenguaje algebraico y el lenguaje químico (un estudio experimental) Asesora: M. en C. Aurora Gallardo Cabello. Se reintegró a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo.

Juan Manuel Torres Jazo. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 31 de

agosto. Una propuesta de contenidos matemáticos para el curso de álgebra lineal de las carreras del área de ciencias sociales y administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Asesor: Dr. Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza.

Gustavo Castro Ramírez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 31 de agosto. Una propuesta de contenidos matemáticos para el curso de álgebra lineal de las carreras del área de ingeniería en el Instituto Tecnológico de Morelia. Asesora: M. en C. Aurora Gallardo Cabello.

Aarón Rojas Aguilar. Maestro en Ciencias en la especialidad de Fisicoquímica. 26 de agosto. Estudio calorimétrico del efecto anómalo en 1, 3-ditanos. Asesor: Dr. Luis Alfonso Torres Gómez. Continúa su doctorado en el Centre de Thermodynamique of de Michocalorimétrie del CNRS en Marsella, Francia.

Alejandro Pérez Castoreña. Maestro en Ciencias en la especialidad de Fisicoquímica. 28 de agosto. Calorimetría de combustión en bomba rotatoria de compuestos orgánicos de boro y la estabilidad de anillos de cinco y seis miembros. Asesor: Dr. Luis Alfonso Torres Gómez. Se integró a la planta académica del Centro Nacional de Metrología.

Norma González Rojano. Maestra en Ciencias en la especialidad de Química Orgánica. 7 de agosto. Estudio conformacional de 2-alquil-5-(tioaril-p- sustituidos)-1,3-dioxanos y sus respectivos sulfóxidos y sulfonas. Asesor: Dr. Eusebio Juaristi y Cosío.

José Luis Anzorena Gallegos. Maestro en Ciencias en la especialidad de Química Orgánica. 7 de agosto. Estudios del efecto de la doble inducción asimétrica en la alquilación de imidazoli dinonas quirales derivadas de la glicina. Asesor: Dr. Eusebio Juaristi Cosío. Es analista de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial.

Eduardo García Santaella. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 28 de julio. Efecto de la dieta y la ración sobre el crecimiento y desarrollo de las larvas de *Strombus gigas* (Linné,

1756) hasta su asentamiento. Asesora: Dra. Luz María Dalila Aldana Aranda. Es auxiliar de investigación en la Unidad Mérida del Cinvestav.

Martín Domínguez Viveros. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 3 de agosto. Efecto de los cambios en el patrón de la capturabilidad con la longitud sobre los parámetros de crecimiento de E. morio. Asesor: M. en C. Francisco Arreguín Sánchez. Se incorporó a la planta de investigadores del Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

Martha Regina Harfush Meléndez. Maestra en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 14 de agosto. Determinación de los requerimientos de proteína dietética en crías de *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) alimentadas ad libitum. Asesor: Dr. Carlos Antonio Martínez Palacios. Se incorporó a la planta de Investigadores de la Estación Mazatlán del ICMYL-UNAM.

Arturo Mendoza Quintero Mármol. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 14 de agosto. Diseño de un modelo experimental para la producción del nemátodo *Panagrellus redivivus* como alternativa de alimentación para el cultivo larvario del camarón peneidos. Asesores: Dr. Alejandro Flores Nava y M. en C. Miguel Ángel Olvera Novoa. Se integró a la planta de profesores de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Ángel Arturo Guevara García. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Vegetal. 9 de julio. Identificación de elementos cis-reguladores dentro de la secuencia del promotor divergente de manopina sintética de *Agrhacterium tumefaciens*. Asesor: Dr. Luis Rafael Herrera Estrella.

Salvador Horacio Guzmán Maldonado. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Vegetal. 18 de agosto. Optimización de un procedimiento enzimático para la licuefacción y sacarificación del almidón mediante la metodología de superficie de respuesta. Asesor: Dr. Octavio Paredes López.

Eruviel Cordova Rivera. Maestro en Ciencias en la especialidad de Metalurgia No Ferrosa. 3 de ju-

lio. Tixorefinación, proceso termomecánico para la refinación de chatarrade aluminio. Asesor: M. en C. Enrique Nava Vázquez.

Doctores en Ciencias

Juan Francisco Velázquez Vadillo. Doctor en Ciencias en la especialidad de Biología Molecular. 2 de septiembre. Retroregulación positiva del gen int del bacteriófago lambda por el terminador de la transcripción tl. Asesores: Dr. Gabriel Guarnos Peña y Dra. Silvia Cecilia Irene Montañez Ojeda.

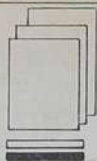
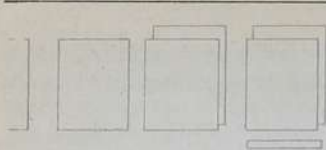
Rafael Cueva Rolón. Doctor en Ciencias en la especialidad de Neurociencias. 24 de septiembre. Respuestas motoras producidas por la estimulación del tracto genital en la gata. Asesor: Dr. Emilio Julio Muñoz Martínez.

Rafel Ramírez Bon. Doctor en Ciencias en la especialidad de Física. 21 de agosto. Transporte electrónico transitorio en películas policristalinas de CdTe. Asesores: Dr. Feliciano Sánchez Sinencio y Dr. Orlando Zelaya Ángel. Se reincorporó a la planta de investigadores del Centro de Investigación en Física de la UNISON.

Francisco Javier Espinoza Beltrán. Doctor en Ciencias en la especialidad de Física. 23 de julio. Implicaciones quimiotaconómicas de las transformaciones de glaucólidas en hirsutinólidas y cadinanólidas. Asesores: Dr. Feliciano Sánchez Sinencio y Dr. Orlando Zelaya Ángel. Se reincorporó a la planta de investigadores del Centro de Investigación en Física de la UNISON.

Rebeca Castañedo Pérez. Doctora en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 4 de septiembre. Modelo de formación del defecto EL2 en GaAs crecido epitaxialmente en fase vapor. Asesor: Dr. Jaime Mimila Arroyo. Se reincorpora a la planta de investigadores del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav.

Mariano Martínez Vázquez. Doctor en Ciencias en la especialidad de Química Orgánica. 23 de julio. Implicaciones quimiotaconómicas de las transformaciones de glaucólidas en hirsutinólidas y cadinanólidas. Asesor: Dr. Pedro Joseph- Nathan.



documentos

Julio G. Mendoza Alvarez: amplia competencia internacional

Texto leído en la presentación del Dr. Julio G. Mendoza Alvarez al recibir el Premio de la Academia de la Investigación Científica 1991, residencia oficial de Los Pinos, 22 de septiembre de 1992.



Feliciano Sánchez Sinencio

Presentar a ustedes al Dr. Julio Gregorio Mendoza Alvarez significa abrir las memorias: nacional, institucional y familiar. Es irnos más de veinte años atrás. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología aún no nace; los que tienen o han tenido oportunidad de estudiar para obtener un posgrado son hijos de familia con amplias posibilidades económicas o bien han tenido la suerte de encontrar apoyo financiero en organismos internacionales o fundaciones filantrópicas extranjeras.

En la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, donde Julio estudia para obtener el título de físico matemático, el trabajo pionero teórico-experimental en la física del estado sólido está iniciando. Es ahí donde conozco a Julio, forma parte de una brillante generación que antes de los cuarenta años de edad llegarán al nivel III del Sistema Nacional de Investigadores, serán líderes en sus campos de investigación, habrán formado nuevos doctores en ciencia, estarán ocupando puestos directivos científicos y se harán acreedores de premios a la excelencia

El Dr. Feliciano Sánchez Sinencio es director del CINVESTAV.

científica. En particular, Julio al terminar sus estudios de licenciatura tiene una boleta cuyas calificaciones son las más altas que registra hasta ese momento la Escuela.

Su tesis de maestría la desarrollamos usando alternadamente los laboratorios de la Escuela Superior de Física y Matemáticas y los de Departamento de Física del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Su primera beca de posgrado tuvo su origen en fondos que para la investigación científica me daba la organización americana Research Corporation. Este fondo me era dado con la mayor libertad posible, yo no tenía que indicar previamente como iba a distribuir los recursos. Tenía gran margen de maniobra; si detectaba sobre la marcha la conveniencia de otorgar una beca a un estudiante brillante, se la adjudicaba y al siguiente día podía entregarle anticipos de la beca.

En esta forma distribuí muchas becas a estudiantes destacados. Este apoyo lo tuve durante varios años, hasta que la organización americana estableció la política de no dar mas subvenciones fuera de los Estados Unidos de América. Para ese entonces, aparece el CONACYT en el escenario científico mexicano. Este organismo, que desde su nacimiento ha sido gran promotor de la ciencia en México, permitió que Julio viajase al Brasil para hacer sus estudios de doctorado.

Escogió la Universidad de Campinas por su excelencia científica; en el Instituto de Física se había integrado un selecto grupo de científicos brasileños especialistas en telefonía digital óptica. Febrilmente se desarrollaba la tecnología de fibras ópticas de láseres sólidos.

Julio mostró ahí su tremenda capacidad para atacar los problemas tanto desde el punto de vista teórico como experimental. Sus trabajos publicados en esta época sobre láseres sólidos aún son citados en la literatura internacional actual.

Esos años de la década de los setenta que Julio vivió en el Brasil, fueron de gran importancia para su desarrollo profesional. Además del alto nivel de entrenamiento científico adquirido, se iden-

tificó con variadas y creativas formas en que la ciencia y sus aplicaciones pueden contribuir en el sector productivo de una nación en desarrollo.

A su regreso a México, Julio creó infraestructura experimental para caracterizar materiales útiles en la industria electrónica mediante espectroscopías Raman y fotoluminiscente. Además, construyó un laboratorio para la elaboración de láseres sólidos, donde también ha formado nuevos investigadores. Su nivel de competencia internacional es demostrado por múltiples indicadores. En especial, el trabajo de investigación que realizó durante su estancia posdoctoral en la Universidad de California, campus de Santa Bárbara, ha recibido amplio reconocimiento en la comunidad científica internacional especialista en optoelectrónica. Además, está su trabajo original y pionero en el campo de las películas delgadas semiconductoras del grupo II-VI.

El premio que hoy la Academia de la Investigación Científica otorga al Dr. Julio Gregorio Mendoza Alvarez es un reconocimiento a su capacidad, su inteligencia, su tenacidad y a su identidad nacional. Implícitamente, está el reconocimiento a su familia que ha sido sólido apoyo al trabajo desarrollado por Julio y a nuestra lucha como sociedad. A nuestro esfuerzo por la creación y fortalecimiento de las instituciones de tal forma que al mismo tiempo que nos desarrollamos científicamente nos permita garantizar creciente bienestar social a la ciudadanía mexicana.

Se reconoce al sistema de educación pública que en México completó el 100% de la formación de Julio. En especial a la Escuela Superior de Física y Matemáticas y al Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional por la excelencia en la formación de recursos humanos. Al CONACYT que sirve para extender la igualdad de oportunidades entre los mexicanos. Y a usted, Sr. Presidente, que durante todo el tiempo transcurrido de su mandato ha apoyado en forma creciente la labor científica de este Julio y de muchos otros Julios en el país, ha reforzado la infraestructura de las instituciones de investigación y hace cada día más amigos entre los científicos mexicanos.



*Los Premios Nobel en Ciencias 1992***E. Krebs y E. Fischer:**
Biochemistry is well and alive

Reunión de galardonados con el Premio Nobel en el centenario de esta distinción.

Marta Susana Fernández

El Premio Nobel en Fisiología o Medicina de 1992 fue otorgado a los bioquímicos norteamericanos Edwin Krebs y Edmond Fischer por sus trabajos sobre fosforilación reversible de proteínas que han permitido empezar a entender cómo las células obedecen cierto tipo de señales. Esta distinción representa el reconocimiento de que la respuesta

profunda a una de las preguntas básicas que plantea la *Bioquímica* -cómo se controlan los procesos metabólicos- abre caminos trascendentes en la comprensión de la biología de la célula y, en general, de la homeostasis de organismos más complejos.

Las investigaciones de Krebs y Fischer se iniciaron en la década de los cincuenta como continuación de los trabajos que se realizaban en el laboratorio de los Cori sobre metabolismo de carbohidratos, campo en el que en ese momento trabajaban también otros futuros Premios Nobel

La Dra. Marta Susana Fernández, profesora titular del Departamento de Bioquímica del Cinvestav, obtuvo su doctorado en la Universidad de Buenos Aires. Su campo de investigación es la fisicoquímica de membranas biológicas.

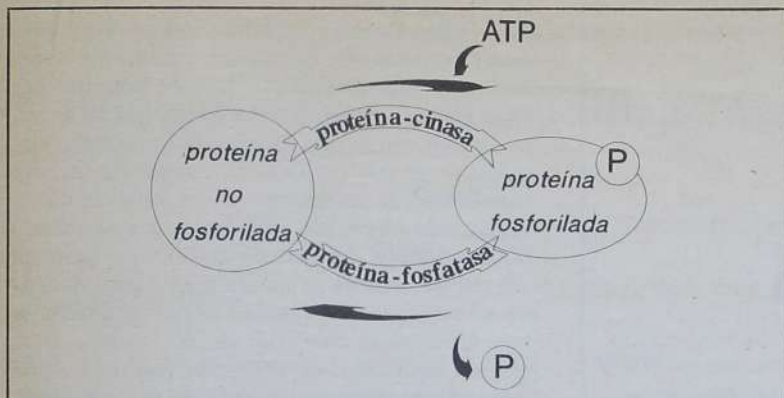


Figura 1.

como Luis Federico Leloir o Earl Sutherland. De manera sencilla, el descubrimiento por el que fueron galardonados consistió en reconocer que por medio de una modificación covalente como es la fosforilación, las proteínas en general y las enzimas en particular, pueden cambiar su funcionalidad (Fig. 1). Ellos encontraron que la enzima que degrada al glucógeno (la glucógeno fosforilasa) pasa de una forma inactiva a otra activa mediante una reacción de fosforilación, catalizada por una proteína-quinasa. La remoción del fosfato por una proteína-fosfatasa hace reversible el proceso. La fosforilación puede también inactivar enzimas, como es el caso de la sintasa que participa en la biosíntesis del glucógeno (Fig. 2).

En 1968 el mismo grupo de investigación identificó una proteína-quinasa con actividad de-

pendiente del cAMP (monofosfato de adenosina cíclico) que es el segundo mensajero por medio del cual muchas hormonas (primeros mensajeros) transmiten señales al interior de la célula. Este hallazgo fue la base para comprender que la mayoría de las funciones mensajeras del cAMP tienen lugar a través de reacciones de fosforilación de proteínas y que la extraordinaria

potencia de la señal hormonal se debe al efecto amplificador resultante del acoplamiento en serie (cascada) de sucesivas reacciones de fosforilación reversible de enzimas (Fig. 3).

A través de los años se ha acumulado gran cantidad de información sobre la participación de diferentes proteína-quinasas en procesos biológicos fundamentales de los que, en este breve espacio, sólo citaremos unos pocos ejemplos: la unión de la insulina o los factores de crecimiento a sus receptores membranales específicos, induce en los mismos una actividad de proteína-quinasa; una proteína integral de membrana, la proteína-quinasa C, que participa en un sistema de cascada, juega un papel de gran importancia en la propagación de señales de neurotransmisores u hormonas como la vasopresina o los factores de liberación de la

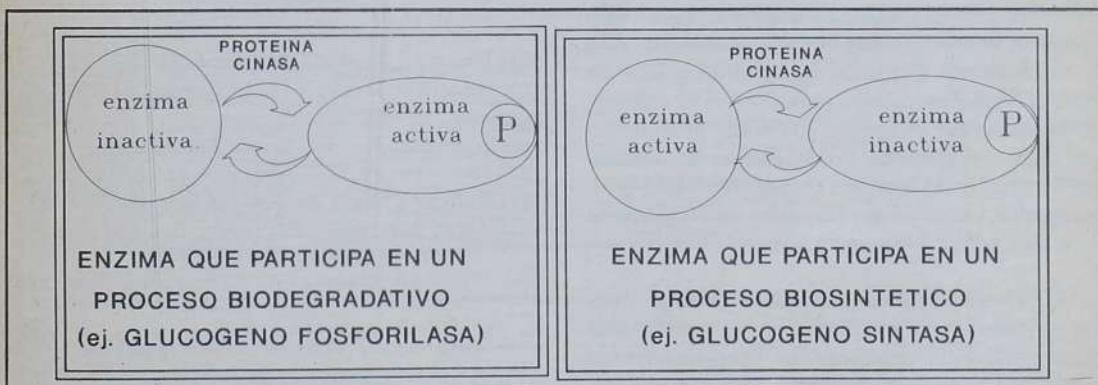


Figura 2. Diferente efecto de la fosforilación en la actividad enzimática.

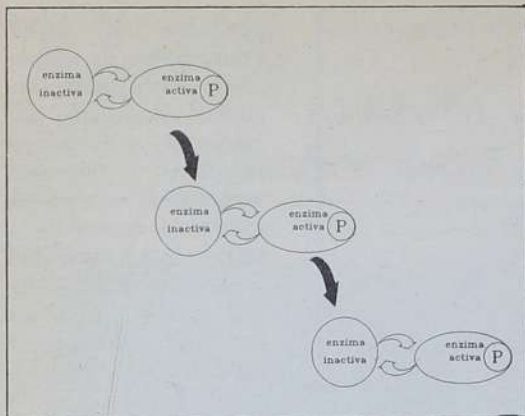


Figura 3. Las fosforilaciones en serie catalizadas por las proteína-quinasas producen un efecto amplificador en cascada.

tirotrofina y la corticotrofina, así como en el control de la proliferación celular; muchos oncogenos de retrovirus codifican para proteína-kinasa; la acción antiviral del interferón se ejerce en parte, inhibiendo la biosíntesis de proteínas por fosforilación del factor de iniciación en la etapa de traducción; el principal paso de control en la biosíntesis de colesterol en humanos está dado por la interconversión de las formas activa e inactiva de la enzima HMG-CoA reductasa mediada por fosforilación-desfosforilación; en las plantas verdes, la captación de la energía solar en el proceso de fotosíntesis está también exquisitamente regulada por procesos de fosforilación-desfosforilación de la principal proteína de los tilacoides. Los comentarios en cuanto a todas las repercusiones imaginables que la comprensión de un mecanismo tan general como la fosforilación reversible de proteínas pudiera tener en la solución de problemas multifactoriales como el cáncer, la infección por virus, la aterosclerosis o la obtención de alimentos en nuestro planeta, ya los han hecho los medios periodísticos al comunicar la noticia del otorgamiento de este premio. En una entrevista reciente, Edwin Fischer ha declarado: "... uno de los aspectos más atractivos de la investigación básica es que uno sabe de dónde parte pero nunca sabe a dónde va a llegar".

El encendido y apagado de enzimas por medio de fosforilación reversible (Fig. 2) y la formidable amplificación resultante del acoplamiento en serie de reacciones de fosforilación-defosforilación

(Fig. 3) dan lugar a complejos sistemas de transmisión de señales que constituyen verdaderos circuitos de control metabólico. Usando una analogía electrónica (T. Hunter) se ha dicho que las proteína-quinasas serían una especie de transistores bioquímicos en los circuitos de control de las vías metabólicas de las células. La importancia de estas enzimas ha llevado a especular que su número podría alcanzar el millar, de manera que hasta un 1% del genoma de mamífero podría estar dedicado a codificarlas. La realidad es que a la fecha se han identificado alrededor de 50, aunque si se añaden aquellas cuya existencia potencial se ha deducido de la secuenciación de cDNA o de DNA de bancos genómicos, usando criterios laxos de homología para el dominio catalítico, pueden llegar a 100. Lo difícil ahora es averiguar si estas proteínas son expresadas, proceder a identificarlas, confirmar su actividad enzimática y llegar a entender cuáles son sus funciones específicas. Llevar a cabo este enorme trabajo bioquímico tomará sin duda bastante tiempo.

Mientras tanto, Fischer y Krebs prosiguen con su trabajo metódico, estudiando ahora cómo la fosforilación de un residuo de tirosina en una proteína de 50 kD está involucrada en la cascada de eventos asociados a la estimulación plaquetaria. Su énfasis continúa puesto en la definición de las propiedades fisicoquímicas de las cinasas, de las reacciones específicas que catalizan y de los mecanismos moleculares por los cuales están reguladas.

Bibliografía

- E.H. Fischer y E.G. Krebs, *J. Biol. Chem.* **216** (1955) 121.
- S.K. Hanks, A.M. Quinn y T. Hunter, *Science* **241** (1988) 42.
- T. Hunter, *Cell* **50** (1987) 823.
- T.S. Ingelbritsen y P. Cohen, *Science* **221** (1983) 331.
- E.G. Krebs y E.H. Fischer, *J. Biol. Chem.* **216** (1985) 113.
- E.G. Krebs y J.A. Beavo, *Ann. Rev. Biochem.* **48** (1979) 923.
- K.M. Lerea, N.K. Tonks, E.G. Krebs, E.H. Fischer y J.A. Glomset, *Biochemistry* **28**, (1989) 9286.
- D.A. Walsh, J.P. Perkins y E.G. Krebs, *J. Biol. Chem.* **243** (1968) 3763.
- L. Stryer, *Biochemistry* (W.H. Freeman & Co., N. York, 1988).
- D. Voet and J.G. Voet, *Biochemistry* (John Wiley, 1990).

Los Premios Nobel de Ciencias 1992

Dos pioneros de la modificación de proteínas

Samuel Zinker

El Premio Nobel de Fisiología y Medicina de 1992 acaba de ser otorgado a dos bioquímicos de la Universidad de Washington (Seattle, EUA): Edwin Krebs de 74 años y Edmon Fischer de 72 años por su trabajo sobre la modificación de las proteínas, iniciado con descubrimientos que ambos publicaron hace más de 30 años.

Desde el siglo pasado el análisis químico reveló que los organismos eucariontes (los formados por células con núcleos verdaderos) contienen fosfato unido a las proteínas en forma covalente. Este hallazgo pudo explicarse y empezó a adquirir importancia entre 1956 y 1959, cuando Krebs y Fischer descubrieron que tanto la producción como la utilización del glucógeno (forma polimérica que permite almacenar la glucosa como fuente de energía metabólica en el hígado, el músculo esquelético y en menor proporción en otros órganos) son reguladas mediante un proceso dinámico de fosforilación y desfosforilación que modifica la actividad de las enzimas que participan en esas vías metabólicas. El hallazgo fue confirmado ampliamente por Joseph Larner en 1964.

La mayoría de los investigadores de la época consideraron inicialmente que el tipo de regulación descrita por Krebs y Fischer era un evento específico restringido al metabolismo del glucógeno. Sin embargo, dos descubrimientos adicionales obligaron a cambiar este juicio inicial: (1) el AMP cíclico, un nucleótido especial (nucleósido fosforilado

constituido por adenina y ribosa), interviene en la regulación de muchas funciones bioquímicas catalizadas por enzimas que adicionan fosfato a las proteínas, llamadas cinasas de proteínas o proteín-cinasas, y (2) algunas proteínas intranucleares, que no son enzimas pero forman parte de los cromosomas por estar asociadas al material genético (DNA), también son fosforiladas por proteín-cinasas.

Múltiples estímulos extracelulares o intracelulares regulan la función (expresión) de los genes. De acuerdo con la versión más sencilla del dogma central de la biología, la información manifestada durante la expresión de los genes fluye en dos etapas: durante la primera (transcripción) se copian los genes, segmentos del material genético polimérico o DNA, para formar cadenas complementarias de otro polímero, el RNA, que sirve de intermediario en el proceso y por eso es llamado mensajero (mRNA). En la segunda etapa (traducción), de la secuencia del mRNA se sintetizan las proteínas, macromoléculas también poliméricas formadas por cadenas de aminoácidos, que incluyen a las enzimas y llevan a cabo la mayoría de las funciones celulares. Aunque los productos finales de la expresión de los genes son las proteínas, algunas de éstas no funcionan a menos que sean modificadas después de haber sido sintetizadas (es decir, post-traduccionalmente). Entre las modificaciones post-traduccionales de las proteínas destaca la fosforilación.

Actualmente hay muchos ejemplos en los organismos eucarióticos de que la actividad crucial de vías metabólicas o funciones importantes depende de proteínas reguladas mediante fosforilación y desfosforilación.

El Dr. Samuel Zinker, profesor titular del Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav, es médico cirujano de la UNAM y doctor en ciencias del Cinvestav. Su campo de investigación es la biogénesis de los ribosomas y la regulación de la síntesis de proteínas.

En orden creciente de complejidad se puede mencionar el metabolismo del glucógeno y la síntesis de ácidos grasos y colesterol y las hormonas esteroides que derivan de éste. Luego podría mencionarse el ensamble de proteínas que forman parte del citoesqueleto (sistema fibrilar que participa en la división y la motilidad de las células), la contracción de las células de los músculos lisos que depende de la fosforilación de la cadena ligera de la miosina, y el flujo mismo de la información genética, que por su relevancia se trata con más detalle en el siguiente párrafo.

El proceso de síntesis de proteínas o traducción, ya mencionado, se regula mediante fosforilación en dos pasos cruciales. El primero involucra factores que intervienen al inicio del proceso, entre los que destaca un complejo de proteínas llamado eIF2 que inhibe la traducción cuando se encuentra fosforilado. El caso típico es la regulación de la síntesis de hemoglobina: la disminución de la concentración de hemina (componente de la hemoglobina que sirve para unir al oxígeno), estimula la fosforilación de eIF2 que a su vez inhibe la síntesis de globina (polipéptido que constituye el esqueleto de la hemoglobina); por el contrario, al aumentar la concentración de hemina el eIF2 es desfosforilado y se reanuda la síntesis de globina. En células infectadas por algunos virus de RNA la fosforilación de eIF2 es irreversible y por tanto letal. El segundo paso de regulación de la traducción involucra la fosforilación reversible de algunas proteínas de los ribosomas (organelos celulares encargado de la traducción) que modulan la velocidad de síntesis de las proteínas y probablemente participan en la selección de los RNA mensajeros que se van a traducir. El grado de fosforilación de la proteína ribosomal, llamada S6 del hígado de mamíferos, varía ante la estimulación con diferentes hormonas como la insulina, la tiroxina y el glucagon. La fosforilación de la RNA Polimerasa II, enzima que transcribe genes que codifican proteínas, quizá regula directamente la actividad o la longevidad de dicha enzima tan notable.

El siguiente nivel de complejidad regulado por proteína-quinasas es el arreglo tridimensional y la compacción de la cromatina material genético estructurado de manera especial y más compleja en los eucariontes dentro del núcleo mismo de las cé-

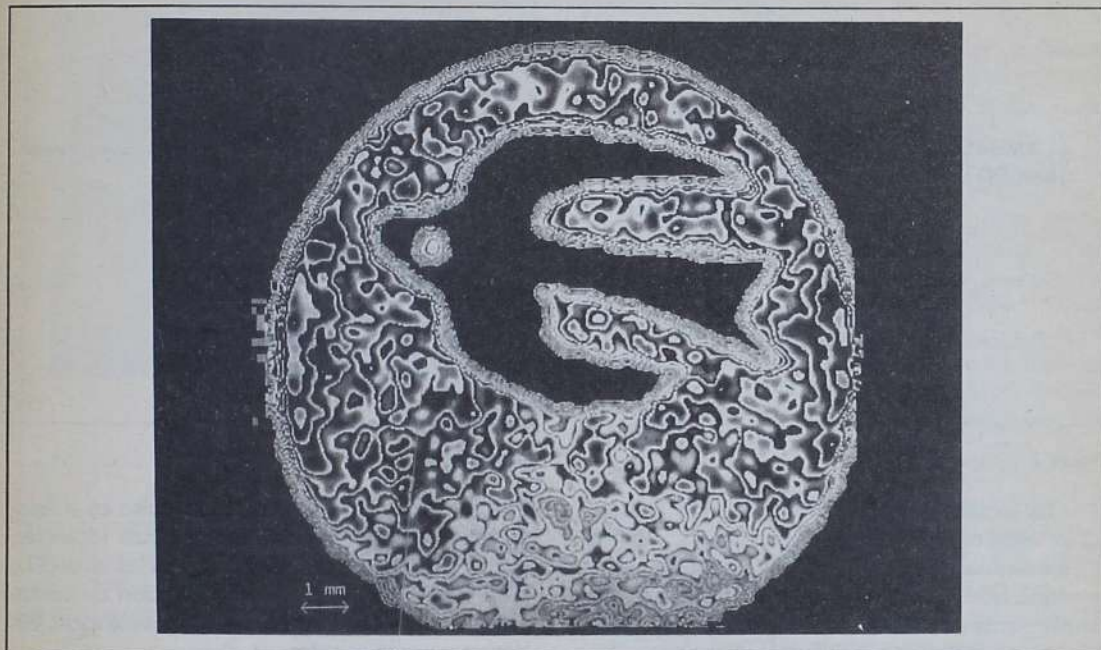
lulas, en el cual interviene de manera determinante la fosforilación de la histona H1, una proteína estructural de la cromatina. La fosforilación de esta proteína correlaciona con la formación del huso acromático (estructura proteínica fibrilar que permite la migración y repartición equitativa de los cromosomas durante la reproducción de las células) y, por ende, con la división celular.

Es más, en el control de las etapas del ciclo celular en las que no hay síntesis de DNA (G1 y G2) participan proteína-quinasas indispensables, codificadas por ciertos genes reguladores de la división celular llamados protooncogenes. Algunas de estas cinasas están bajo el control de hormonas llamadas genéricamente factores de crecimiento celular cuya peculiaridad consiste en ser capaces de fosforilar residuos del aminoácido tirosina, presente en proteínas reguladoras del comportamiento celular, en contraste con el resto de la proteína-quinasas que fosforilan residuos de otros dos aminoácidos: serina o treonina. Algunos virus que producen tumores (virus oncogénicos) afectan la expresión de los protooncogenes celulares, los cuales se convierten en oncogenes y a su vez transforman en tumorales a las células alteradas. Un caso peculiar es el virus del sarcoma de Rous, que tiene una proteína-quinasa con especificidad sobre tirosina: en las células infectadas por el virus, dicha proteína viral usurpa la función de algunos factores de crecimiento y transforma a las células normales en cancerosas.

Recientemente se han descubierto genes que de manera activa codifican proteínas modificables por proteína-quinasas y programan la muerte celular. Vida y muerte coordinadas por la fosforilación-desfosforilación de proteínas reguladoras del metabolismo celular, catalizadas a su vez por proteína-quinasas y proteína-fosfatasa. En la sencillez radica la belleza de este mecanismo.

El trabajo pionero de Krebs y Fischer ha llegado mucho más lejos de lo que se pensó en un principio. Y seguramente seguirá inspirando el trabajo de muchos bioquímicos y biólogos moleculares, como los que ya han hecho avanzar el conocimiento biológico fundamental en las últimas tres décadas.



*Los Premios Nobel en Ciencias 1992***Charpak: Detectores de partículas**

Anillo iluminado con rayos x no uniformes utilizando la técnica de cámara multilámbtrica.

Gerardo Herrera Corral**La cámara multilámbtrica**

El físico francés de origen polaco Georges Charpak ha sido galardonado con el Premio Nobel de Física correspondiente a 1992. Charpak nació en Polonia en 1924, pero se naturalizó francés en 1946. Ha contribuido al desarrollo de detectores de partículas que han hecho posible importantes descubrimientos en la física de partículas elementales, en

particular la cámara proporcional multilámbtrica. Desde 1959 trabaja para el CERN (Centro Europeo de Investigaciones Nucleares) localizado en Ginebra, Suiza. Antes de que G. Charpak descubriera la cámara proporcional multilámbtrica, se utilizaban detectores de naturaleza óptica para medir la trayectoria de partículas en física experimental de altas energías. Para ello se requiere de un sistema para registrar imágenes fotográficas en detectores como la cámara de niebla o la cámara de burbujas. La introducción de la cámara proporcional multilámbtrica permitió incrementar la precisión en el tratamiento de los datos y las cantidades medidas y, además, al aumentar la velocidad de medición hizo posible una mayor captación de eventos.

El Dr. Gerardo Herrera Corral, profesor titular del Departamento de Física del Cinvestav, es ingeniero físico del ITESM, maestro en ciencias del Cinvestav y doctor en física de la Universidad de Dortmund, Alemania. Su campo de investigación es la física experimental de altas energías.

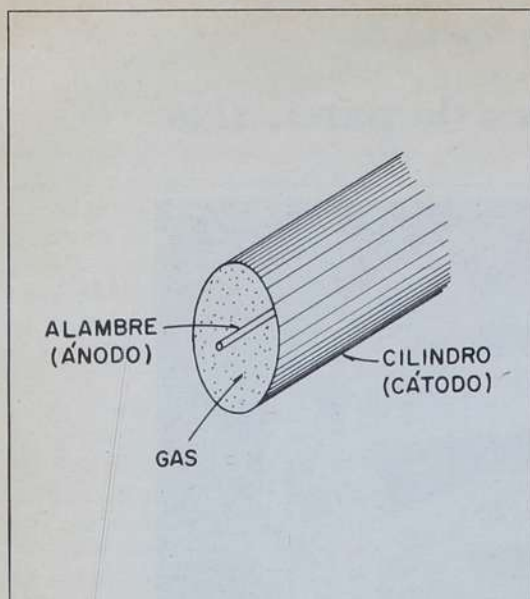


Figura 1.

La localización precisa de partículas ionizantes es esencial en muchos experimentos. Hoy en día los dispositivos electrónicos que trabajan con el principio que descubrió en 1968 G. Charpak son ampliamente utilizados y se han convertido en aparatos de rutina para múltiples aplicaciones.

La estructura básica de estos detectores es muy simple, aunque desde su descubrimiento han evolucionado rápidamente en una gran variedad de modos en los que ahora son operados. El contador proporcional más simple que dió origen a la cámara proporcional multialámbrica consiste de un alambre que opera como ánodo, normalmente con un espesor menor a las 50 micras. El alambre está localizado en el eje de un cilindro que opera como cátodo y encierra un gas noble mezclado con un gas molecular (figura 1). El campo eléctrico dentro del tubo cilíndrico arrastra a los electrones liberados en el gas por el paso de radiación ionizante y los lleva a las cercanías del alambre donde se producen colisiones, que ionizan a su vez otros átomos en el gas produciendo una avalancha sobre el alambre. El tamaño de la avalancha varía con la composición del gas y puede alcanzar un máximo de 10 millones de iones. El movimiento y la recolección de los iones y los electrones libera-

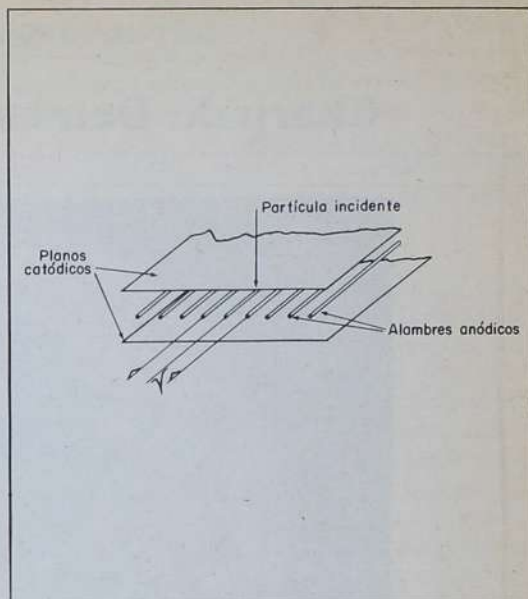
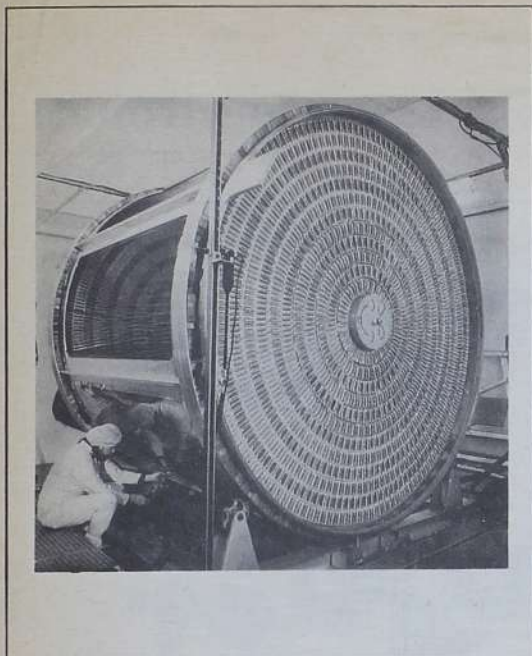


Figura 2.

dos en esta avalancha produce un pulso en el ánodo que anuncia el paso de la partícula ionizante. Estos contadores fueron utilizados en los años 30 y 40 y perdieron uso con la introducción de contadores de centelleo que tenían mejor resolución, eficiencia y mayor rapidez.

A finales de los años 60 la situación cambió nuevamente en favor de los detectores de gas. G. Charpak mostró que los alambres utilizados en los tubos proporcionales podrían ser localizados en un arreglo sandwich entre dos planos que forman el cátodo, como se muestra en la Fig. 2. Charpak observó que los alambres dispuestos de esta forma constituyen detectores independientes.

A primera vista podría ser sorprendente que cuando una avalancha ocurre en un alambre ánodo, induciendo un pulso negativo de voltaje en él, no se observa un pulso negativo en los alambres vecinos como se esperaría considerando un acoplamiento capacitivo simple entre los alambres. Lo que se observa es de hecho un pulso positivo, lo que hace más fácil la localización del alambre donde ocurrió la avalancha. Como consecuencia de esto, todos los alambres ánodo funcionan como electrodos independientes sin importar el espacia-



miento entre los alambres que puede ser tan pequeño como 0.5 mm, aunque la distancia mínima más práctica sea de 2 mm para los grandes detectores que son usados en física de altas energías.

Aplicaciones

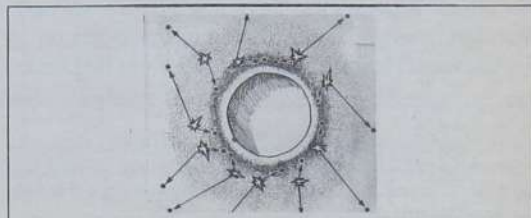
Hoy en día se operan detectores con hasta 100 mil alambres. El factor que aseguró el éxito de tal estructura es la excelente resolución en tiempo: con un espaciamiento de los alambres de 2 mm, el tiempo máximo que toman los electrones para llegar al alambre, y para cualquier trayectoria de una partícula cargada que cruce la cámara, es de alrededor de 25 nanosegundos. Esto produce una resolución en tiempo que es 10 veces mejor que la que es posible obtener con los tubos proporcionales cilíndricos.

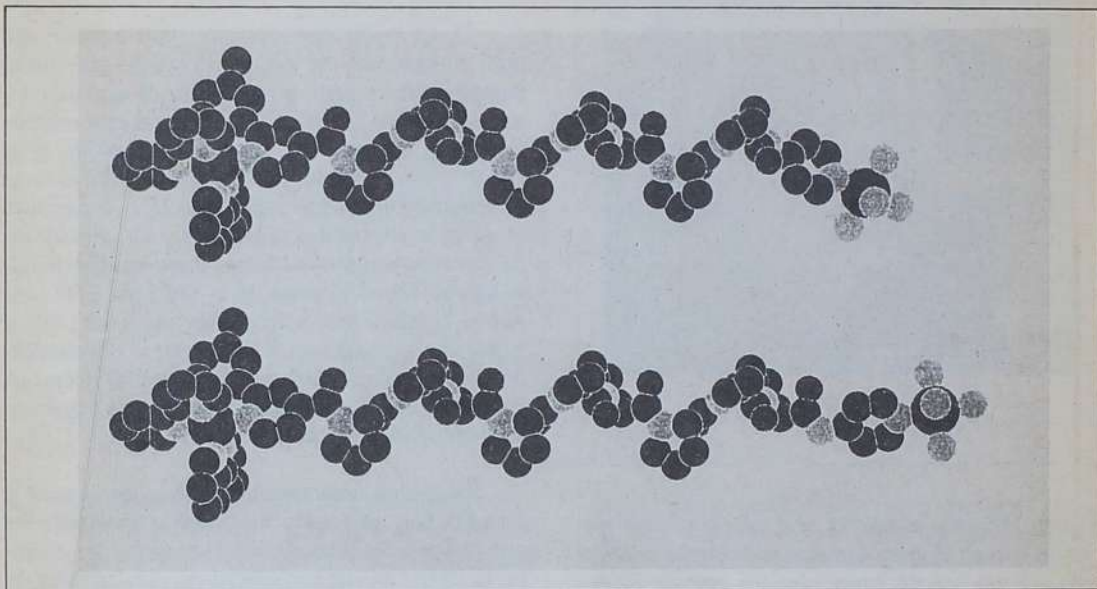
Los pulsos positivos que se inducen en los alambres vecinos, no sólo permiten localizar el alambre pulsado sino que también son el resultado de un mecanismo que permite la localización de la posición de la avalancha a lo largo del alambre.

Esta propiedad convirtió a la cámara proporcional en el dispositivo más prometedor en el registro de imágenes bidimensionales con el uso de rayos X y en muchas otras aplicaciones en las que ha llegado a ser tan importante y decisiva como en la física de altas energías.

G. Charpak considera de gran importancia para el desarrollo de los detectores de gas que el tiempo entre el paso de una partícula que atraviese la cámara y la detección del pulso esté relacionada con la distancia entre la trayectoria y el alambre más cercano. Este tiempo es del orden de 20 nanosegundos por milímetro, lo que permitió que con la electrónica disponible y los contadores de centelleo rápidos existentes fuera posible definir el tiempo inicial al paso de la partícula. De esta forma, combinando ambos detectores, fue posible lograr una precisión en el tiempo de 1 nanosegundo y una resolución espacial de hasta 50 micras. A los detectores desarrollados con este principio se les denominó cámaras de alambre.

Desde su creación, ingeniosas estructuras y arreglos han explotado las muchas posibilidades que tienen estos dispositivos. Hoy en día las cámaras multialámbricas son usadas no sólo en física de altas energías y física nuclear. En astrofísica, cristalografía, medicina y otros muchos campos han llegado a tener gran importancia. Cámaras multialámbricas y de arrastre son operadas en satélites para estudiar rayos cósmicos. Como dispositivos para registro de imágenes con rayos X de alta resolución son de gran ayuda en diagnóstico médico. Se utilizan también en tomografía de emisión positrónica (PET: Positron Emission Tomography) in vivo y otras muchas áreas que aún están siendo desarrolladas. La cámara multialámbrica es un ejemplo interesante de desarrollo tecnológico a partir de problemas de investigación básica en la física de altas energías.



*Los Premios Nobel en Ciencias 1992***Rudolph A. Marcus: Transferencia electrónica*****Bárbara Gordillo***

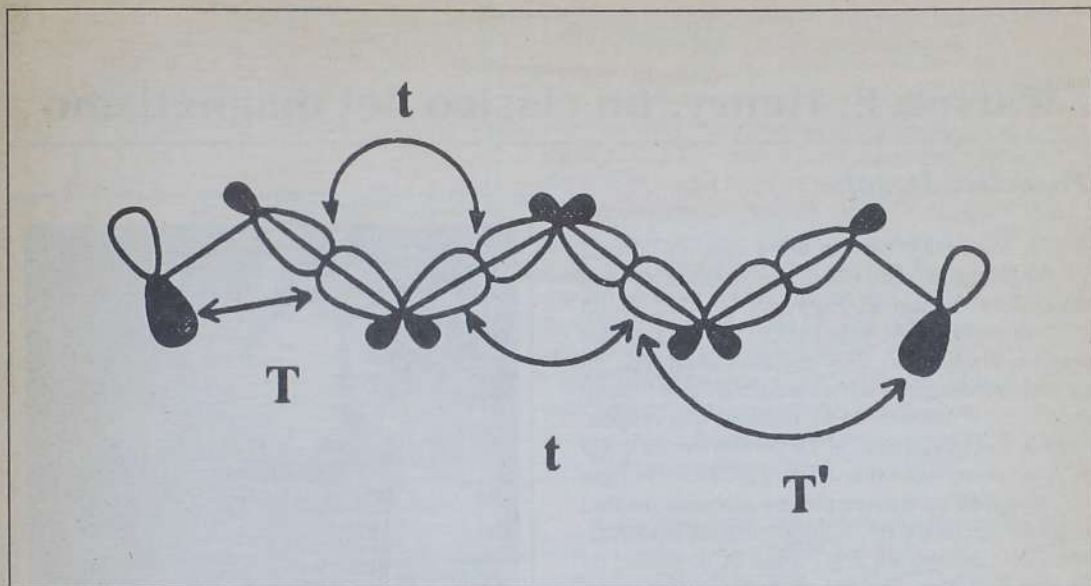
El pasado 14 de octubre Rudolph A. Marcus, profesor de química del Instituto Tecnológico de California, fue galardonado por la Academia Sueca de Ciencias con el premio Nobel de Química 1992 por sus contribuciones al entendimiento de las reacciones con transferencia de electrones, uno de los eventos químicos más simples que afectan profundamente la reactividad química.

Marcus nació en 1923 en Montreal, Canadá. Su primer experimento de química lo hizo en casa siendo un adolescente. Realizó sus estudios en la Universidad McGill, obteniendo el grado de Doctor

en Ciencias de la misma institución en 1946. En 1949 llegó a los Estados Unidos y después de una estancia posdoctoral de dos años en la Universidad de Carolina del Norte, consiguió su nombramiento como Profesor Asociado en el Instituto Politécnico de Brooklyn en Nueva York. Fue en este periodo en el que empezó a desarrollar sus teorías cinéticas acerca de las reacciones que proceden mediante la transferencia de electrones. En 1964 se trasladó a la Universidad de Illinois como profesor de fisicoquímica, optando por la ciudadanía americana en 1970. En 1978 fue nombrado Profesor Arthur Amos Noyes y jefe del Departamento de Química del Instituto Tecnológico de California, donde labora actualmente.

Cuando Marcus se enteró de que había ganado el premio, se encontraba en una conferencia

La Dra. Bárbara Gordillo, profesora adjunta del Departamento de Química del CINVESTAV, obtuvo su doctorado en este mismo departamento. Su campo de investigación es la estereoquímica y el análisis conformacional de carbohidratos.

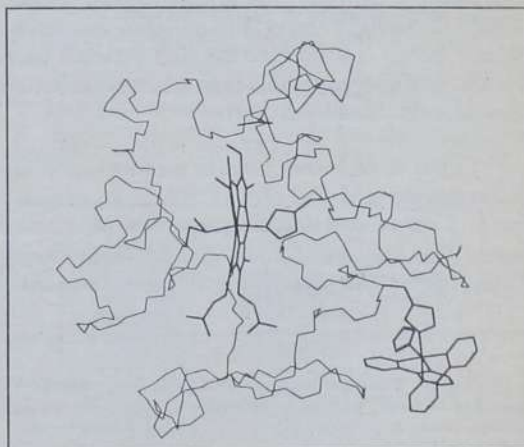


organizada por la Sociedad de Electroquímica y expresó: "Creo que crecí una pulgada más. Es grandioso ganar el Premio Nobel pero lo más importante para mí es saber que mi trabajo está siendo utilizado para resolver problemas existenciales".

El modelo propuesto por Marcus en 1956 para explicar el fenómeno de la transferencia electrónica entre dos especies, en el complejo activado de una reacción de óxido-reducción, involucra un pequeño traslapamiento orbital que invierte las densidades electrónicas originales de las moléculas, activando así un nuevo modo de reacción.

Este modelo, que destaca por su claridad, fue descrito por Marcus con ecuaciones matemáticas sencillas que han sido aplicadas a un sinnúmero de sistemas tanto orgánicos como inorgánicos y biomoleculares, generando con esto un entendimiento profundo de procesos energéticos muy importantes, como son por ejemplo la fotosíntesis, la respiración, el transporte electrónico biológico, la catálisis enzimática, la transferencia electrónica en la interfase entre un semiconductor y un electrolito, la utilización de la energía solar, etc.

La importancia del fenómeno de la transferencia electrónica en los procesos químicos ha sido ampliamente demostrada y esto es fácil de constatar al revisar las revistas científicas especializadas que, por lo menos, dedican uno o dos de sus artículos en cada número a este tema. Así hoy, cuando se considera la transferencia electrónica como un puente que enlaza subdisciplinas en la Química, el esfuerzo del profesor Marcus ha sido merecidamente reconocido.



Innovaciones Educativas

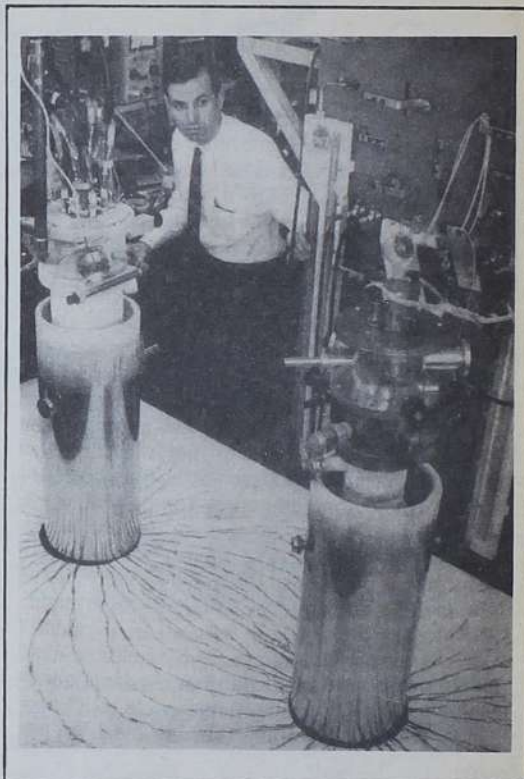
Warren E. Henry: un clásico del magnetismo

Francisco H. Salas

Uno de los científicos más admirados en la física del magnetismo posterior a la Segunda Guerra Mundial es Warren E. Henry. A la edad de 83 años, el profesor emérito de la Universidad Howard en Washington, DC, continúa interesado en los importantes y novísimos aspectos de la investigación en el campo de la materia condensada. Warren E. Henry nació el 18 de febrero de 1909 en Evergreen, Alabama, EUA. Habiendo surgido del segregado sistema escolar de Alabama, recibió su grado de doctor en físico-química de la Universidad de Chicago en 1941 bajo la dirección de Thomas F. Young. Después de la Segunda Guerra Mundial diseñó amplificadores para sistemas de radar en el Naval Research Laboratory (NRL) de Washington, DC, de 1948 a 1960.

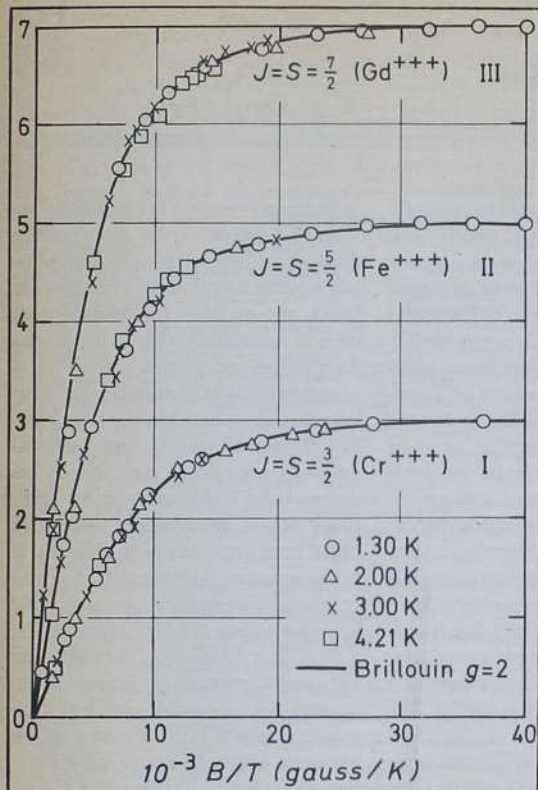
Desde 1968 es profesor en el Departamento de Física de la Universidad Howard. Es autor de unas 107 publicaciones, siendo la más reconocida de todas la titulada¹ "Paramagnetismo de espín de Cr^{+++} , Fe^{+++} , y Gd^{+++} a temperaturas de helio líquido y campos magnéticos intensos". En dicho artículo, un clásico del magnetismo, se estudia la cuantización espacial de los dipolos magnéticos y el *quenching* del momento angular orbital; dicho trabajo fue realizado en el NRL en 1952. Sus resultados^{1,2} tienen una inmensa claridad didáctica y es por ello que aparecen en la gran mayoría de los libros de texto sobre magnetismo³.

Como es bien conocido, la magnetización M de un sistema se define como el momento magnético () por unidad de volumen, o sea, $M = \mu/V$, siendo V el volumen del sistema. En 1895 Pierre Curie (1859-1906) descubrió que la magnetización



M de un espécimen paramagnético es directamente proporcional a B , el valor efectivo del campo magnético en el que se coloca ese espécimen, e inversamente proporcional a la temperatura (T). Esta relación se conoce como la ley de Curie y es muy intuitiva, ya que al aumentar B los dipolos elementales en el espécimen tienden a alinearse, esto es, M tiende a aumentar; por el contrario, un aumento de T tiende a oponerse (por efectos de agitación térmica) a este alineamiento y por lo tanto a que M disminuya. La ley de Curie se verifica experimentalmente solamente para pequeños valores del cociente B/T . M no puede aumentar *ad infinitum*, como lo implica la ley de Curie, sino que debe tender a un valor máximo (igual a N/V) que corres-

El Dr. Francisco Salas, investigador de la Comisión Nacional de Estudios sobre Corrosión en el Golfo de México, es físico egresado del ITESM y obtuvo su grado de maestría en ciencias en el Departamento de Física del Cinvestav.



ponde al alineamiento completo de los N dipolos contenidos en el volumen V del sistema.

La figura 1 muestra este efecto de saturación en tres sales paramagnéticas: (I) alumbre de cromo y potasio, (II) alumbre de hierro y amonio y (III) sulfato de gadolinio octahidratado. Por ejemplo, en el caso (I), alumbre de cromo y potasio [$CrK(SO)_4 \cdot 2 \cdot 12H_2O$] los iones de cromo son los responsables de todo el paramagnetismo de esta sal, ya que todos los otros elementos son paramagnéticamente inertes. Para lograr una saturación del 99.5% es necesario aplicar campos magnéticos muy intensos, de unos 50,000 gauss ($=5.0$ T), a temperaturas muy bajas, 1.3 K, como puede verse en la figura 1, existe una región (cerca del origen) en la cual parece variar linealmente con B/T ; ello quiere decir que en estos especímenes la ley de Curie sólo se cumple para B/T 3,000 gauss/K. La curva sólida que pasa por los puntos experimentales ha sido calculada por medio de una teoría fun-

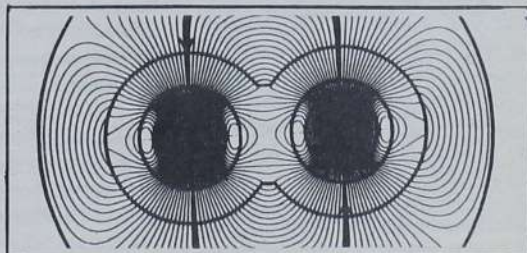
dada en la física cuántica moderna y está totalmente de acuerdo con los experimentos.

Debido a la enorme potencia requerida para efectuar estos experimentos (10 kA a 200 V, es decir, 2 millones de watts), Henry tuvo que realizarlos durante la noche, mientras otras partes de NRL no estaban en funcionamiento. Además, fue menester utilizar 800 galones (3028 litros) de agua por minuto para mantener frío el potente imán; este último era un imán solenoidal del tipo Bitter, capaz de producir campos de más de 100,000 gauss. El desarrollo de la física experimental moderna ha evolucionado de tal forma que, en la actualidad, casi cualquier grupo de investigación activo en magnetismo logra obtener campos magnéticos 50 veces más intensos que los obtenidos por Henry.⁴

Estas anécdotas, que no aparecen en los libros de texto, me las relató Warren E. Henry durante una amena charla en Coolfont. Cabe señalar que el imán de campos intensos lo había inventado Francis Bitter⁵ en el MIT en la década de los años 30.

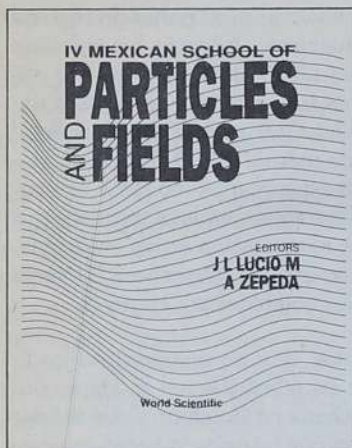
Notas

1. W.E. Henry, Phys. Rev. **88** (1952) 559.
2. W.E. Henry, Rev. Mod. Phys. **25** (1953) 163.
3. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 6th ed. (Wiley, Nueva York, 1986) p. 402; S. Chikazumi, *Physics of Magnetism* (Wiley, Nueva York, 1964) p. 64; B.D. Culity, *Introduction to Magnetic Materials* (Addison-Wesley, Reading, Mass., 1972) p. 108; A.H. Morrish, *The Physical Principles of Magnetism* (Krieger, Huntington, New York, 1980) Ch. 2, p. 72; K. Stierstadt, *Physik der Materie* (VCH, Weinheim, Alemania, 1989) Ch. 18, p. 378.
4. Véase, p. ej., N. Miura et al., Physica B **155** (1989) 106; D. Weller y S.F. Alvarado, Phys. Rev. B **37** (1988) 9911; M. Mirabal-García y F.H. Salas, Phys. Rev. **B41** (1990) 10859.





libros y revistas



Proceedings of the IV Mexican School of Particles and Fields, J.L. Lucio y A. Zepeda, eds. Proceedings of the Workshop on High Energy Phenomenology, R. Huerta y M.A. Pérez, eds., World Scientific, Singapur, 1992.

J. Lorenzo Díaz Cruz

El muy activo Grupo de Física de Altas Energías del Cinvestav organizó dos nuevas reuniones académicas: la IV Escuela Mexicana de Partículas y Campos, Oaxtepec, Mor., diciembre de 1990; y el Taller sobre Fenomenología de Altas Energías, México, D.F., julio de 1991. Las contribuciones presentadas en ambas reuniones han sido publicadas recientemente en dos volúmenes por la editorial World Scientific de Singapur.

En diciembre de 1990 se llevó a cabo la IV Escuela Mexicana de Partículas

las y Campos, donde alrededor de 60 físicos, investigadores y estudiantes, participaron en una serie de cursos y seminarios sobre los tópicos de mayor actualidad en la Física de Partículas Elementales impartidos por reconocidos científicos. El primer curso versa sobre los llamados Modelos de Tecnicolor (TC). T. Appelquist, de la Universidad de Yale, describe las ideas básica y avances recientes de estos modelos. En ellos se asume que la rotura espontánea de la simetría de norma $SU(2) \times U(1)$ es realizada por condensados de hipotéticas partículas (tecniquarks), las que a su vez se ligan por fuerzas cuya dinámica es una copia, escalada de manera apropiada, de la teoría de interacciones fuertes, la cromodinámica cuántica (QCD). Asimismo, presenta varias de las ideas más novedosas introducidas para resolver las inconsistencias que tecnicolor tiene todavía: el problema de pseudoescalares ligeros y la aparición de corrientes neutras que cambian el número cuántico de sabor (FCNC). Cierra su presentación discutiendo las implicaciones de TC en experimentos de alta precisión donde ya se han excluido algunas de las versiones más simples de TC, en especial los experimentos realizados en el acelerador europeo LEP que han medido las propiedades del bosón vectorial Z.

El segundo curso, impartido por K.S. Babu de la Universidad de Maryland, considera uno de los tópicos de más actualidad, la física de neutrinos: su posible masa y las consecuencias de ésta en la física del Sol y en experimentos terrestres.

C. García-Canal, de la Universidad de la Plata, presenta una serie de temas sobre la física de hadrones, la cual usa los llamados modelos quirales. Aunque se piensa que la QCD es

la teoría correcta de las interacciones fuertes, todavía no ha sido posible predecir las propiedades de los hadrones a partir de primeros principios de QCD, esto es, no se ha logrado pasar de una descripción donde los grados de libertad son quarks y gluones, a otra donde los grados de libertad sean los mesones y bariones que se detectan realmente en los experimentos. Así pues, para poder describir los hadrones se ha tenido que recurrir a modelos donde las simetrías juegan un papel muy importante; se entiende la existencia de pseudoescalares como bosones de Goldstone que surgen de la frontera de la simetría quiral $SU(2)_L \times SU(2)_R \times SU(2)_{L+R}$; las partículas vectoriales parecen igualarse al esquema de bosones de norma de la simetría oculta $SU(2)_H$. Finalmente los bariones aparecen como los kirmiones de la teoría. Todos estos temas, así como los puntos débiles y las posibles soluciones son tratados en un estilo claro por García-Canal. Cierra su presentación con un cálculo de la diferencia $m_p - m_n$.

J. Lach, del Fermilab (FNAL), discute el tema "Hiperones: sobre la estructura de bariones". Los hiperones son partículas (bariones) compuestas por los quarks u, d y s, y la medición de sus propiedades es una herramienta importante para probar las interacciones fuerte, débil y electromagnética. Lach describe detalladamente las técnicas experimentales que han permitido crear haces de hiperones, así como los métodos que se usan para medir propiedades estáticas (masas, momentos magnéticos, etc.) así como las propiedades dinámicas (decaimientos raros principalmente).

J.F. Nieves, de la Universidad de Puerto Rico, describe el tema "Propiedades de neutrinos en un medio" co-

El Dr. J. Lorenzo Díaz Cruz es profesor adjunto del Departamento de Física del Cinvestav.

mo una aplicación de la teoría cuántica de campos a temperatura finita. Este tema es de gran utilidad para estudiar las propiedades de los neutrinos en un medio como el Sol, donde las propiedades del neutrino han dado lugar a una de las pocas zonas donde todavía hay discrepancias entre experimentos y el modelo estándar de las interacciones electrodébiles.

"Amplitudes duras en teorías de norma", es el título del curso impartido por S.J. Parke de FNAL; se abordan las técnicas para realizar cálculos de reacciones en colisionadores de partículas donde se involucran estados finales complejos. Desarrolla de manera concisa la técnica del "formalismo con helicidades para cálculos", asimismo discute varias aplicaciones (producción de W/Z + jets).

J.L. Rosner, de la Universidad de Chicago, trata el tema de "Pruebas de precisión en la teoría electrodébil". Después de revisar el modelo estándar, Rosner presenta las técnicas de correcciones radiativas de manera intuitiva, y así analiza los efectos del quark t en los observables físicos. Luego incluye los efectos del Z y el W . Finalmente trata los posibles efectos asociados a nueva física.

cabo el Taller de Fenomenología en Altas Energías, al cual asistieron 50 físicos. El presente volumen contiene las notas de cinco cursos impartidos por reconocidos científicos, así como artículos cortos sobre investigaciones realizadas por miembros de la comunidad nacional e invitados.

El primer curso, impartido por M. Böhm y A. Denner de la Universidad de Würzburg, Alemania, versa sobre uno de los temas de mayor actualidad en la física de altas energías: las correcciones radiativas. Böhm y Denner exponen de manera clara y concisa, desde los aspectos más básicos del llamado método de renormalización sobre la capa de masa (con una discusión detallada de los métodos algebraicos necesarios), hasta sus aplicaciones en la física del bosón Z , producción de bosones de Higgs ligeros (en LEPI), así como en la producción de pares W^+W^- en la siguiente etapa (LEP2) del laboratorio europeo CERN.

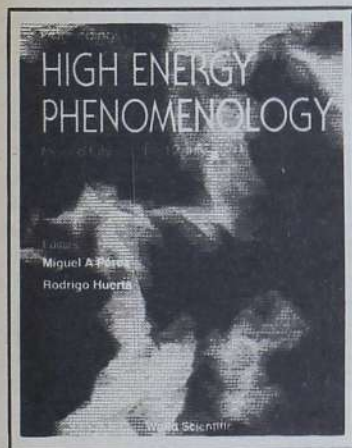
L. Pondrom, de la Universidad de Wisconsin, aborda los métodos de cálculo de procesos en colisionadores hadrónicos de altas energías (Fermilab y los planeados SSC/LHC). Además de presentar la cinemática de estos cálculos y un resumen del modelo estándar, Pondrom cubre su aplicación en los procesos más importantes (Drell-Yan, W/Z , quarks pesados, dispersión- V), donde se probará la estructura del modelo estándar y, quizás, se encuentre evidencia de nuevos fenómenos.

El tercer curso está dedicado a la teoría efectiva de quarks pesados y fue impartida por uno de los creadores de la misma, B. Grinstein del laboratorio SSC (quien por cierto es egresado del programa de maestría del Cinvestav). Grinstein presenta cómo surgió la idea de estudiar a los hadrones formados por un quark pesado y uno ligero, parecidos a un átomo de hidrógeno con el papel del núcleo pesado jugado ahora por el quark pesado. Esta aproximación hace que el problema tenga mayores si-

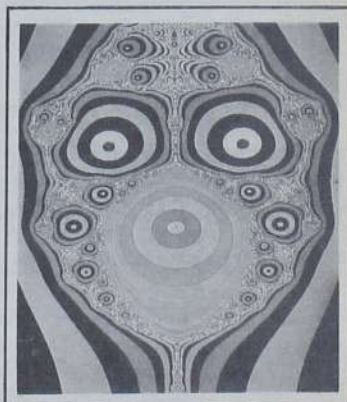
metrías que permiten a su vez una mejor parametrización de los procesos que involucren dichos quarks pesados y que conduce a excelentes predicciones. Se presenta la aplicación de la teoría a los mesones B , así como las correcciones debidas a la masa finita de los quarks pesados.

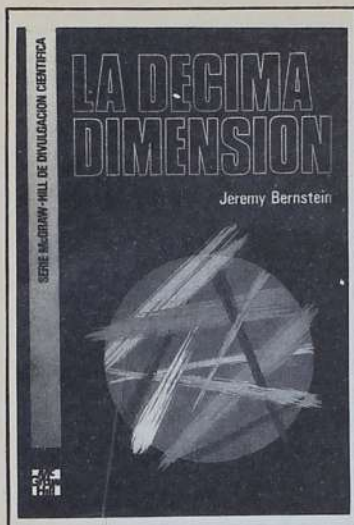
En el tercer curso, L.L. Chau de la Universidad de California en Davis, aborda la física de mesones B , D y K , así como el fenómeno de violación de CP en dichos mesones. Después de discutir el formalismo de violación de CP, Chau describe los métodos para calcular decaimientos de mesones en vectores y pseudoescalares. Finalmente, G. Kane, de la Universidad de Michigan, presenta la física del esperado quark t (top), el cual es predicho por la teoría pero aún no ha sido observado. Kane analiza el por qué se cree firmemente en su existencia, a partir de observaciones indirectas, así como los mecanismos para su detección y la manera como se podrían probar sus propiedades en los próximos laboratorios, tanto en su producción como en sus decaimientos.

Estos dos volúmenes de memorias vienen a enriquecer el acervo dedicado a los recientes temas desarrollados en la física de las partículas elementales. Su tratamiento altamente didáctico los hace recomendables para estudiantes de posgrado e investigadores que deseen profundizar en estos temas.



Como parte de las celebraciones del XXX aniversario del Departamento de Física del Cinvestav, se llevó a





La décima dimensión, de Jeremy Bernstein, Serie McGraw-Hill de divulgación científica, Madrid, 1991.

Pedro González Mozuelos

¿De qué están hechas las cosas? Esta es una antigua pregunta que apenas en los últimos años ha podido ser contestada. Y la respuesta que hemos encontrado no es en absoluto trivial. Para comenzar, ha sido necesario liberarnos de ciertas concepciones fuertemente arraigadas en nuestra visión previa del universo. La nueva visión incluye las revolucionarias ideas de Albert Einstein sobre la naturaleza del espacio y el tiempo, conocidas como Teoría de la Relatividad, una nueva forma de entender las interacciones entre las diferentes partes de un sistema y la evolución del estado de este último en términos de dichas interacciones, englobados dentro de lo que conocemos como Mecánica Cuántica. Una de las dificultades más acuciantes del esquema moderno es precisamente que no se

han podido conciliar por completo estos dos pilares de la física moderna. A pesar de ello, tenemos en la actualidad un marco teórico que nos permite comprender y asimilar las características inusuales de los constituyentes básicos de todas las cosas, entre las que estamos incluidos nosotros mismos.

Jeremy Bernstein ha escrito un libro sumamente interesante, en donde hace un recuento simple y accesible de algunos de los aspectos más sobresalientes de esta nueva concepción de la naturaleza de las cosas. Concepción en la que antiguos preceptos filosóficos supuestamente incontrovertibles, como, por ejemplo, que nada puede salir de la nada, son desbancados y sustituidos por concepciones novedosas como las que se refieren a la compleja naturaleza del vacío y la existencia de seis dimensiones extra, además de las cuatro que ya conocemos (espacio-temporales). Precisamente este último hecho da título al libro, donde el autor narra de modo ameno y salpicado de anécdotas ilustrativas la trayectoria de los descubrimientos experimentales y teóricos que han conducido a esta nueva visión de la realidad. Conceptos tales como simetría e invarianza, fundamentales en el lenguaje con que describimos los procesos elementales de la materia, se presentan aquí dentro del contexto histórico de esta audaz empresa, cuyo propósito es también explicar el origen del Universo.

Por otra parte, el libro logra transmitir un poco del agri dulce sabor que tiene el proceso de descubrimiento científico. Los pasos en falso, las conjeturas que se adelantan a su época, la confusión que se presenta a veces en la evidencia experimental, todos estos son aspectos del quehacer científico que revelan la naturaleza humana de sus protagonistas y las dificultades a veces exasperantes a las que ellos se enfrentan. *La décima dimensión* constituye, pues, una lectura valiosa para todo aquel que se interese por entender el Universo en que vivimos.



Educación y conocimiento. Eje de la transformación productiva con equidad, CEPAL-UNESCO Naciones Unidas, Santiago de Chile, 1992.

María de Ibarrola

Sin duda alguna, este informe, elaborado conjuntamente por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC UNESCO), constituye uno de los documentos latinoamericanos más importantes de principios de la década, la que, a su vez, se perfila como definitiva para América Latina en cuanto a su capacidad de incorporarse al desarrollo mundial.¹

El documento recupera, con nuevo énfasis, pero en particular con nuevos enfoques derivados de la experiencia de los últimos treinta años, la tesis de vinculación tan estrecha que existe entre recursos humanos y crecimiento económico. Propone en particular estrategias de cambio nacional centradas en una nueva institucionalidad de las organizaciones en las que se materializa la generación y transmisión del conocimiento. En el documento se rea-

El Dr. Pedro González Mozuelos es profesor adjunto del Departamento de Física del Cinvestav.

La Dra. María de Ibarrola es profesora titular del Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav.

liza "un esfuerzo sistemático por profundizar en las interrelaciones entre el sistema educativo, la capacitación, la investigación y el desarrollo tecnológico en el marco de los elementos centrales de la propuesta: transformación productiva, equidad social y democratización política."

El título del documento no deja lugar a dudas respecto de la posición que se defiende: la educación y el conocimiento son el eje de una transformación productiva que se califica con toda precisión, transformación productiva con equidad. El documento, de 270 páginas, no tiene párrafos ociosos. Se desarrolla en cinco partes, todas ellas necesarias. En la primera, *El contexto latinoamericano*, analiza el patrón histórico de desarrollo de la región, la transición de los años ochenta, los desafíos de la democratización en los años noventa, los desafíos del contexto internacional y la propuesta de la CEPAL. En la segunda parte, *El punto de partida*, se analizan las tendencias recientes de la educación y los recursos humanos a través del análisis del sistema educativo formal, el esfuerzo en materia de investigación y desarrollo científico y tecnológico, la capacitación y la educación de adultos y concluye que se ha terminado el ciclo que se inició en los setentas y se impone un nuevo ciclo. Se incluye también en esta segunda parte un análisis del debate internacional sobre la educación y la formación de recursos humanos, para concluir con ocho enseñanzas específicas sobre educación y formación de recursos humanos. Se incluye finalmente en esta parte un análisis de las distintas aportaciones de la teoría económica sobre el papel de la producción y acumulación de conocimiento como fuerza motriz del desarrollo. La tercera parte, *la estrategia propuesta*, se centra en los objetivos estratégicos: ciudadanía y competitividad; los lineamientos para las políticas: equidad y desempeño, reforma institucional, integración y descentralización. En la cuarta parte se proponen las políticas

para poner en práctica la estrategia: generar una institucionalidad del conocimiento abierta a los requerimientos de la sociedad; acceso universal a los códigos de la modernidad, impulsar la creatividad en el acceso, difusión e innovación científico-tecnológicos; gestión institucional responsable; profesionalización y protagonismo de los educadores; compromiso financiero de la sociedad con la educación; desarrollar la cooperación regional e internacional. La quinta parte, *Los recursos necesarios*, analiza los costos y el financiamiento de cada una de las estrategias señaladas en la parte anterior.

En cada una de esas partes el documento presenta análisis específicos de los distintos niveles del sistema educativo formal: educación básica, educación media, educación profesional, educación superior; los sistemas formales de capacitación y los de ciencia y tecnología, todos ellos con relación al sistema productivo. Interesa en esta reseña realizar una lectura transversal del importantísimo papel atribuido a la ciencia y a la tecnología en esta propuesta.

Investigación y desarrollo tecnológico

La equidad y la democratización son los principales desafíos que enfrentan los países latinoamericanos. Durante la década de los ochenta, la mayor inserción internacional de los países latinoamericanos fue acompañada de una reducción de las remuneraciones de los sectores más modestos, se trató de una "competitividad espúrea". A lo anterior —dice el documento— "se suma el hecho de que el aumento de la inequidad en cuanto al acceso efectivo de bienes y servicios se dio a la par con una creciente difusión de los medios de comunicación social, cuyo efecto inmediato consistió en uniformar las aspiraciones y acercarlas a las prevalecientes en los países desarrollados." De ahí que uno de los grandes desafíos de nuestros países sea el creciente dis-

tanciamiento entre las aspiraciones y la realidad, en particular para la juventud.

Los desafíos del contexto internacional a los países de la región latinoamericana son aquellos que se caracterizan por una época de revolución científica y tecnológica. Se trata de una revolución cuya especificidad radica en la articulación cada vez más estrecha entre desarrollo científico, avances tecnológicos y su aplicación en la esfera de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. "Es una articulación que permite hablar de sistemas tecnológicos que constituyen la base del aumento de la productividad en el proceso económico. Son sistemas que conjugan nuevos insumos, procesos y productos con innovaciones organizacionales y gerenciales... se trata de innovaciones interrelacionadas técnica y económicamente."

A la vez que el importante papel de la investigación y el desarrollo tecnológico (IyD) caracterizan esta época, la progresiva globalización de los mercados exige una competitividad basada en la incorporación y difusión del progreso técnico. Pero lo importante del texto es que hace énfasis en que se trata de un progreso técnico que deberá contar con una amplia aceptación social, que deberá buscar la producción endógena de conocimientos o la endogenización de los conocimientos universales; depende no sólo de la innovación y la difusión o de las condiciones económicas, sino de los valores sociales y las actitudes de los agentes que participan en el proceso.

Cambio tecnológico y formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos vuelve a ser el tema central para la reorganización industrial y la competitividad en los países industrializados. Pero no se trata ahora de "una formación de recursos humanos" en abstracto, que se delega sin más consideraciones al sistema educativo de

los países. Se advierte ahora que este último es capaz de generar importantes diferencias según niveles educativos, sistemas de aprendizaje y en particular según la integración entre sistema educativo y sistemas nacionales de capacitación dentro de las empresas. Algunas conclusiones muy importantes que rescata el documento acerca de ese debate son las siguientes: a) que nadie innova al margen de sus tradiciones; b) que para desarrollar y utilizar plenamente las nuevas tecnologías resultan imprescindibles procesos fundamentales de aprendizaje mediante la práctica, mediante el uso de sistemas complejos y mediante la interacción entre productores y consumidores; c) que "no se pueden formar los recursos humanos atribuyendo consecuencias unívocas a la introducción de nuevas tecnologías en las empresas; existen varias opciones para la organización del trabajo y de los recursos humanos con una misma tecnología, cada una relacionada con la historia de la empresa, el tipo de mercado en el cual actúa, etc." Se trata de "integrar la nueva tecnología, la organización del trabajo y la formación del personal".

A lo largo del texto se hace énfasis en el binomio producción de conocimientos y su endogenización. Hasta ahora la literatura sobre crecimiento y productividad había enfatizado la importancia de la educación formal y de las actividades de investigación pero algunos autores recientes han subrayado la significación del *aprendizaje por experiencia acumulada*. Las diferencias entre países serían el resultado de desniveles entre las tasas de aprendizaje de los diversos sectores productivos y patrones de especialización. De ahí se desprende la conclusión de que hay bienes que ofrecen amplias posibilidades de aprendizaje, mientras que otros son poco intensivos en aprendizaje y que los países que producen el primer tipo de bienes registran tasas de crecimiento mayores. Lo importante para alcanzar una dinámica

ca sustentable de crecimiento a largo plazo es la producción de conocimientos en dos versiones: versión formal de acumulación de capital humano y *aprendizaje en la producción de bienes*.

Puntos de partida

El esfuerzo realizado en la región en este sentido conduce a una situación actual que es descrita mediante cuatro características básicas: a) esfuerzo insuficiente; b) persistente heterogeneidad regional; c) concentración del gasto en sectores de limitado potencial competitivo y d) predominio de una ciencia académica. En efecto, a pesar de los esfuerzos realizados que se reflejan en el aumento en el número de investigadores y del monto de recursos destinados a ese objetivo, la situación de América Latina sigue siendo especialmente grave en recursos destinados a la investigación, que equivale sólo a un quinto de los que se destinan en la OECD y un tercio de los que se destinan en las nuevas economías industrializadas de Asia. Los indicadores que se analizan son: gasto en I+D por habitante: 10 dólares; gasto en I+D por PIB: 0.5%; gasto en I+D por ingenieros y científicos: 34 858 dólares; ingenieros y científicos por cada 100 mil personas económicamente activas: 99; graduados universitarios por cada 100 mil habitantes: 156; graduados en ingeniería y tecnología entre graduados universitarios: 19.5%; gasto en I+D por origen: 78.8% proviene del sector público, y por actividad: 26.7% se destina a desarrollo experimental. El débil desarrollo logrado se concentra en algunos países de la región: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, México y Venezuela. En promedio el 75% de la capacidad de investigación se concentra en las principales universidades y en el sector de agricultura, silvicultura y pesca, en detrimento del sector industrial. Por áreas, se

orienta a la biología y las ciencias médicas, que representan cerca del 63% de las publicaciones científicas. En este último punto, por cierto, la producción latinoamericana coincide con la tendencia de la literatura científica a nivel mundial.

Objetivos estratégicos

"Contribuir a crear, durante los próximos diez años, las condiciones educacionales, de capacitación y de incorporación del progreso científico-tecnológico que hagan posible la transformación de las estructuras productivas de la región en un marco de progresiva equidad social..." Se trata de alcanzar simultáneamente dos objetivos: la formación de la moderna ciudadanía y la competitividad internacional de los países.

Ejercer la ciudadanía no se agota en la esfera política del voto y la igualdad formal ante la ley sino que implica la cohesión social, la equidad en la distribución de las oportunidades y servicios y la solidaridad. La competitividad se entiende fundamentalmente como la construcción y el perfeccionamiento de las capacidades de las naciones.

En el pasado —dice el documento— a menudo se ha hecho referencia a la ciudadanía, la equidad y la integración nacional pero las insuficiencias en los logros en cada una de ellas se debe a la omisión de otros tres componentes que son los que caracterizan la nueva propuesta: competitividad, desempeño y descentralización. La propuesta asume la pertinencia de tres tipos de tensiones: ciudadanía-competitividad; equidad-desempeño; integración-descentralización.

En cada uno de estos pares de objetivos estratégicos el desarrollo científico y los avances tecnológicos juegan un papel fundamental. En particular, las dimensiones del ejercicio de la ciudadanía vinculadas con el acceso a los bienes y servicios básicos tienen una dependencia muy fuerte respecto de los avances que se logren en materia de ciencia y tecnología. "En muchos

países de la región los problemas sociales acumulados son de tal magnitud que para resolverlos es imprescindible la aplicación intensiva de la ciencia y la tecnología: alimentación, medicina preventiva, vivienda popular, transporte colectivo de bajo costo, reducción del efecto de las condiciones de pobreza en el deterioro del medio ambiente".

Papel del desarrollo científico y tecnológico

Los sistemas de ciencia y tecnología y las organizaciones e instituciones en las que se materializan deberán integrarse estrechamente con el sistema educativo en general, el sistema de capacitación y el sistema productivo de los países.

Las políticas propuestas —mencionadas anteriormente— son siete. En cada una de ellas el desarrollo científico y tecnológico alcanza cierta especificidad, dada la interrelación estrecha que se pretende entre todos los sistemas de conocimiento y el sistema productivo; pero una de las propuestas se refiere en concreto al impulso a la creatividad en el acceso, difusión e innovación científico-tecnológica.

En todo caso, lo importante de las propuestas es que no remite simplemente a los sistemas educativo y científico tecnológico la responsabilidad de generar el cambio, sino que identifica claramente aspectos, dimensiones y mecanismos institucionales de esos sistemas y de los actores que los constituyen en los que radica la capacidad de detonarlo.

La propuesta da mayor énfasis al cambio de la institucionalidad en la que tienen lugar las acciones educativas, de capacitación y de ciencia y tecnología. Se propone mayor autonomía a los establecimientos para que puedan interactuar con su medio de manera más dinámica. Se propone que el director y sus equipo de académicos tengan competencia para definir el proyecto educativo propio y para asumir el manejo y la responsabilidad de los aspectos académicos,

administrativos y financieros de ese proyecto. Cabe aquí la posibilidad de generar nuevas modalidades de institucionalización para la investigación científica.

A la vez, como contraparte de esta autonomía se propone una gestión institucional responsable ante la sociedad, basada en buena medida en la evaluación institucional y externa del desempeño académico. Se propone dejar de considerar a la ciencia y la tecnología como "áreas de actividad académica protegidas, para entenderlas como parte del esfuerzo conjunto de universidades, empresas, instituciones gubernamentales, talleres y laboratorios, un esfuerzo que debe tender a aumentar las capacidades de incorporación y utilización del conocimiento y con ello la competitividad de la economía". Pero —precisa el documento— para asegurar el acceso de pequeñas y medianas empresas a los avances científicos de importancia y a la aparición de nuevas tecnologías es necesario que parte de esta investigación continúe siendo desarrollada por instituciones públicas.

Se propone con toda precisión el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia en todos los niveles del sistema educativo, como parte fundamental de los códigos de la modernidad a los que deberá haber acceso universal, y que tendrá, como resultado colateral, un mayor estímulo a las vocaciones científicas.

Para impulsar la creatividad en el acceso, difusión e innovación científico-tecnológicos, se propone:

(a) Fortalecer la oferta tecnológica mediante: (i) aumento de los incentivos otorgados a las instituciones de educación superior y a los centros tecnológicos, fijación de remuneraciones adecuadas, actualización de normatividades, constitución de presupuestos con ingresos propios; (ii) perfeccionamiento de la función directiva de los centros tecnológicos del sector público mediante la participación de empresarios en sus consejos de administración, elaboración de indicadores

de gestión, actualización gerencial de directores y mandos medios; (iii) promoción de la oferta de tecnología; (iv) agilización de la transferencia de tecnología extranjera; (v) establecimiento de vínculos con científicos de otros países.

(b) Fortalecer la demanda proveniente del sistema productivo: (i) creación de centros de gestión tecnológica que actúen como promotores de la demanda de tecnología; (ii) fomento por la vía de la demanda estatal de los mecanismos de subcontratación que impliquen transferencia de tecnología de las empresas subcontratantes a las subcontratadas; (iii) desarrollo de programas educativos destinados a sensibilizar a los directores y mandos medios de las empresas respecto de las oportunidades que ofrece la tecnología disponibles.

(c) Fortalecer las políticas necesarias para vincular la oferta y la demanda tecnológicas y los agentes que pueden desempeñar esa función vital de enlace. Enumera 14 posibilidades diferentes: centros de apoyo para elevar la competitividad internacional, centros de gestión empresarial orientados a la pequeña y mediana industria, centros de educación para pequeños empresarios, centros de capacitación de ejecutivos, oficinas de enlace en las universidades, ferias y exposiciones tecnológicas, agregados tecnológicos y científicos en las embajadas y varios más.

Algunas medidas resultan indispensables para articular el sistema científico tecnológico con el aparato productivo: fomentar las actividades de investigación y desarrollo por parte de las empresas mediante apoyo crediticio y tributario; promover el escalamiento o paso de los procesos científicos de laboratorio a aplicaciones experimentales en plantas piloto; establecer parques científicos industriales vinculados a universidades que cuenten con capacidad para ello; hacer participar a los investigadores que generan innovaciones en los beneficios económicos y en la revisión de

normas sobre obtención de patentes; incentivar el desarrollo de empresas de consultoría y de servicios científico-tecnológicos;; fortalecer las instituciones y unidades de extensión científico-tecnológico.

Costos

Se considera que algunas acciones recomendadas no tendrán un costo significativo pero que la ampliación y reforzamiento de infraestructura, equipamiento, formación y capacitación continua de recursos humanos especializados y la creación de fondos o líneas de crédito para financiar proyectos de investigación, desarrollo y servicios tecnológicos, requiere de un mayor compromiso de gobiernos y empresas para llegar a destinar a este rubro el 1% del PIB de los países.

Comentarios finales

La presente reseña se centra en los aciertos del documento que como puede observarse son notables por la precisión y pertinencia de sus recomendaciones. Sin embargo, algunas ausencias ameritan ser señaladas.

El eje del documento es la transformación del sector productivo. Pero este último sólo se puede considerar un adecuado microcosmos de las necesidades y tendencias del desarrollo integral de los países latinoamericanos si se parte de su heterogeneidad estructural interna. Esta última exige no sólo políticas diferentes, sino muchas veces compensatorias para poder involucrar a toda la población, actualmente inserta en procesos de trabajo productivo que se califican mejor como desiguales, en nuevas formas de trabajo que conlleven mejores condiciones de vida desde el punto de vista económico, cultural y social. El conocimiento, y la educación, si bien son ingredientes fundamentales de esta transformación, están íntimamente imbricados con muchísimas variables individuales, grupales, institucionales y sociales que limitan y matizan la viabilidad de la posición asumida por el documento.

Aunque se habla de la *endogeneización* del desarrollo tecnológico como requisito de su utilidad, no se reconoce que las diferencias estructurales entre los sectores productivos latinoamericanos plantean por lo menos tres tipos de retos diferentes de desarrollo tecnológico al interior de un mismo país: lograr un dominio de los desarrollos tecnológicos de avanzada; solucionar los problemas productivos y organizativos ancestrales que nunca previó la tecnología ahora superada; y evitar la repetición de los errores que creó el subdesarrollo tecnológico y que en nuestros países iniciaron con más fuerza.

Cada tipo de reto exige enfoques de conocimiento y desarrollos tecnológicos diferentes, posiblemente ajenos a lo que se ha llamado el *mainstream* de la ciencia. El documento no prevé oposiciones y hasta contradicciones y conflictos entre lo internacional y lo nacional y entre lo nacional y lo regional, a nivel de la productividad, de la ciencia y de la tecnología. En particular, no se mencionan las diferencias en el poder económico de grupos o regiones diferentes, en virtud de las cuales algunos grupos pueden imponer sus propias orientaciones productivas y sus propias orientaciones de conocimiento. Sólo menciona la importancia de la producción de conocimiento y hace énfasis en procesos de producción que ofrezcan posibilidades de aprendizaje. Indirectamente se insiste en la ciudadanía y en la democratización política que (supuestamente) deben lograr la cohesión social, el consenso y la pluralidad e (indirectamente, se diría) incidir en la política científica y productiva de un país. La negociación y la concertación para lograr el consenso sustituyen la visión del conflicto, en muchas teorías privilegiado como mecanismo de cambio y que en este texto no se menciona.

Muchas de las recomendaciones y medidas que se mencionan como indispensables para articular el sistema científico tecnológico con el aparato

productivo han sido constantes en el discurso de la política científica en varios países de la región; sin embargo, la historia de las relaciones institucionales concretas entre ambos sistemas apunta a la existencia de dificultades que no han sido previstas en las recomendaciones. Aunque se insiste constantemente en las vinculaciones entre los distintos niveles del sistema educativo, entre estos y los sistemas de desarrollo científico y tecnológico, y entre todos ellos y el sistema productivo, no supone el documento una comprensión de la naturaleza específica de las diferentes lógicas y temporalidades que marcan el desarrollo de cada uno de ellos, mismo que determina una articulación posible, sí, pero que no es fluida ni mecánica sino que ha resultado sumamente difícil y compleja. Es una articulación que exige esfuerzos adicionales y plantea costos en renglones diferentes a los que con tanto esfuerzo se han logrado reconocer en las políticas actuales de financiamiento de la ciencia y la tecnología.

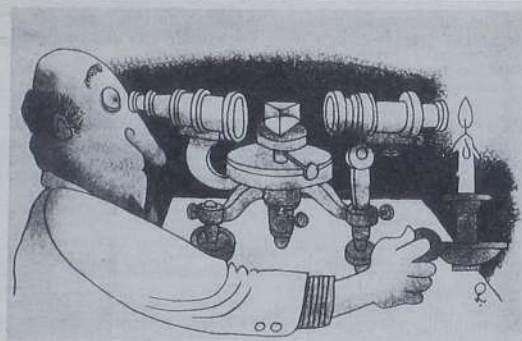
Un acierto del documento es incorporar a las empresas y al sector privado de los países latinoamericanos en la responsabilidad por el desarrollo científico y tecnológico. Sin embargo, al no analizar la desigual *institucionalidad* de este sistema (al igual que se prevé la institucionalidad del educativo), no quedan al descubierto los roles posibles de este sector tan desigual en los distintos rubros de la oferta y la demanda de ciencia y tecnología y en la vinculación con las instituciones académicas.

Nota

1. Con la presencia de sus autores más importantes: Ernesto Ottone de CEPAL y Juan Carlos Tedesco de OREALC UNESCO, el texto fue discutido en dos importantes reuniones celebradas recientemente en México, una convocado por el Centro Teopztlán y la filial mexicana del Club de Roma (29/08/92) y otra por la Coordinación de Humanidades de la UNAM (31/08-01/09/92).



El alfabeto griego de los físicos



Sheldon L. Glashow

α : Alfa Los rayos alfa son núcleos de helio emitidos desde los núcleos atómicos en los procesos de decaimiento alfa, una de las tres formas de la radiactividad natural.

β : Beta Los rayos beta son electrones energéticos emitidos desde el núcleo en el proceso de decaimiento beta, otra forma de radiactividad natural.

γ : Gamma Los rayos gamma son fotones energéticos emitidos por el núcleo en el proceso de decaimiento gamma. Cada forma de radiactividad ilustra uno de los tres reinos de la materia: las partículas-alfa son hadrones, las partículas-beta son

leptones y las partículas-gamma son bosones de norma o intermediarios de las interacciones electromagnéticas.

δ : Delta algo (ya sea en mayúsculas o minúsculas) a menudo se refiere a un pequeño cambio en ese algo, como en δx o Δt . Además, la función delta $\delta(x)$ de Dirac (que es cero en todas partes excepto en $x = 0$, donde es infinita) es un elemento esencial si uno se dedica a la física teórica, mientras que los rayos-delta son importantes para los físicos experimentales.

ϵ : Epsilon significa una cantidad numérica que es, o puede hacerse arbitrariamente pequeña. Para el gran matemático húngaro Paul Erdős los niños son epsilones.

ζ : Zeta fue el nombre sugerido por sus descubridores para una partícula que resultó ser inexistente. Ha dejado de ser popular desde entonces.

El Dr. Sheldon L. Glashow es profesor de la cátedra Higgins en la Universidad de Harvard y autor de *El encanto de la Física*, recientemente publicado por el Instituto Norteamericano de Física. En 1979 recibió el Premio Nobel en Física por generar las ideas básicas del exitoso modelo estándar de las interacciones electrodébiles. El presente artículo es parte del libro de texto *De la alquimia a los quarks*, que será publicado por Brooks/Cole Inc. Traducción de Carlos Chimal.

η : **Eta** se refiere al octavo y más pesado miembro del octeto de mesones sin espín. Su existencia fue pronosticada por Murray Gell-Mann en 1961. En mayúsculas, eta se convierte en H, en honor de la Universidad Johns Hopkins, donde se descubrió dicha partícula.

θ : **Theta** debe recordarle al lector sus lecciones de trigonometría, ya que se trata de una alternativa común para medir un ángulo.

i : **Iota** se ve exactamente como una i a la que alguien olvidó ponerle el punto.

κ : **Kappa**, como su antecesora, parece tener un gran uso, al igual que su equivalente latina. Alguna vez inventé la partícula-kappa, pero no existe.

λ : **Lambda** se usa para determinar la longitud de onda. Lambda mayúscula (Λ) es el barión con extrañeza más ligero.

μ : **Mu** se refiere al muón, un electrón pesado, acerca del cual I. I. Rabi, un conocido físico estadounidense recientemente fallecido, preguntó hace 50 años: "¿Quién pidió eso?". Aún no sabemos la respuesta.

ν : **Nu** puede referirse a cualquiera de las tres especies conocidas de neutrinos: ν_e , ν_μ y ν_τ . Además, las μ 's y ν 's aparecen con frecuencia como subíndices numéricos; tal es el caso de la ecuación básica de la relatividad general: $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = -\kappa T_{\mu\nu}$.

ξ : **Xi** es fácil de pronunciar ("si") pero mucho más difícil de escribir en su forma minúscula. La mayúscula Ξ se aplica a un barión con dos unidades de extrañeza.

$\omicron$: **Omicrón** se parece irremediabilmente a la o.

π : **Pi** denota la razón de la circunferencia de un círculo a su diámetro y, además, un mesón importante. Por lo general, el pión decae en un muón y un neutrino: $\pi \rightarrow \mu + \nu$.

ρ : **Rho** puede ser una densidad. El mesón-rho está constituido por los mismos quarks que el pión, pero con sus espines alineados.

σ : **Sigma** se refiere al espín de una partícula. En su forma mayúscula es una suma matemática o cualquiera de los tres bariones con extrañeza: Σ^+ , Σ^0 y Σ^- .

τ : **Tau** es el más pesado de los tres leptones cargados que se conocen, excepto cuando se trata de un intervalo fijo (como una vida media).

υ : **Ipsilón** denota la partícula constituida por un quark-b y su antiquark, descubierta por Leon Lederman en 1977, luego de un penoso primer paso en falso. La original era conocida como "iuups, Leon!".

ϕ : **Fi** es un ángulo cuando se tiene más de uno y ya hemos usado teta. Por ejemplo, $\sin(\theta + \phi) = \sin \theta \cos \phi + \sin \phi \cos \theta$, una identidad notable.

χ : **Ji** es un símbolo imparcial a nuestro antojo, que a menudo se refiere a algo que acabamos de pensar.

ψ : **Psi** pertenece en forma exclusiva a las funciones de onda de la mecánica cuántica, aunque puede referirse a un ángulo cuando tenemos más de dos. La partícula-J (vista por primera vez en Nueva York) es igual a la partícula-psi (atisbada al mismo tiempo en California). Hoy en día, se le conoce como partícula J/ψ , o *gitana* (*gypsy* en inglés).

ω : **Omega** es la trillada y última letra del alfabeto griego; es un mesón y la favorita para referirse a frecuencias expresadas en radianes por segundo. En mayúsculas (Ω), omega puede ser el radio de la densidad de masa media del universo respecto de su valor crítico, o el barión de triple extrañeza descubierto por el físico greco-americano Nicolas Samios. Durante el siglo XIV, en Inglaterra omega se escribía oo, como en "Soy el alfa y el oo, el origen y el fin..." (John Wyclif, 1382).

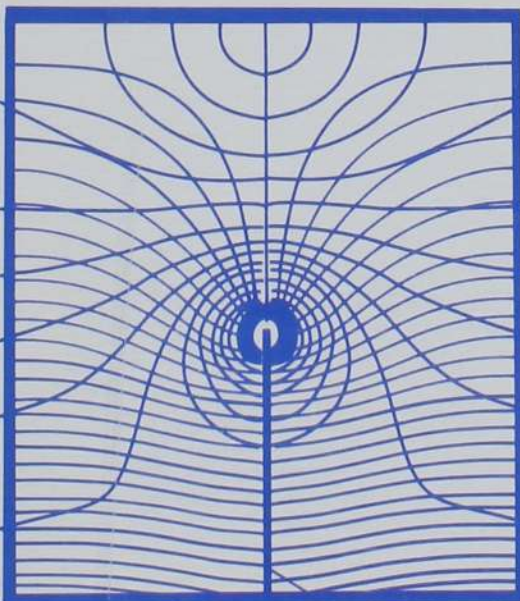
Programas de Posgrado

MAESTRIA

DOCTORADO

POSDOCTORADO

- FISICA-MATEMATICA Y RELATIVIDAD
- FISICA DEL ESTADO SOLIDO
- FISICA DE PARTICULAS Y ALTAS ENERGIAS
- FISICA ESTADISTICA



BECAS

Nacionales:

Becas para todos los estudiantes admitidos a la maestria y al doctorado (inclusive a los no titulados).

Latinoamericanos:

Informarse en las embajadas de México sobre el plan de becas Cuauhtemoc del CONACYT

Próximo Exámen de Admisión:

Maestría: 1 y 2 de marzo de 1993.

Doctorado: Inscripciones abiertas todo el año.

Cursos propedéuticos: marzo-mayo de 1993.



CINVESTAV

Informes:

Coordinación de admisión
Departamento de Física
CINVESTAV-IPN

Apdo. Postal 14-740

07000 México, D.F.

Tels: y Fax: (52-5) 754 6801

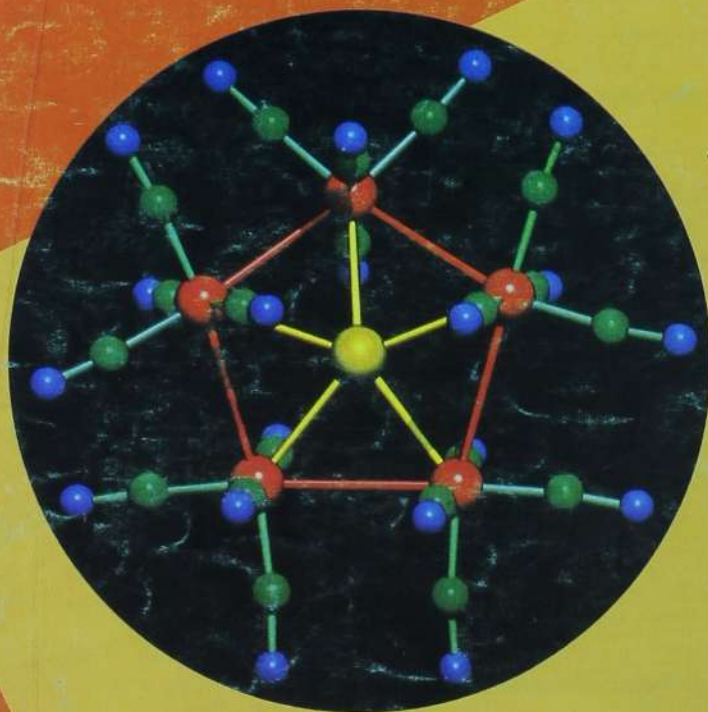
(52-5) 754 6589

LIC. MARIA ESTHER PEÑA ROSAS
Jefe
Biblioteca Área Biológica

Departamento de Química del CINVESTAV
Realizar estudios de doctorado en:

CINVESTAV

QUIMICA ORGANICA FISICOQUIMICA QUIMICA INORGANICA



A las personas que hayan
concluido sus estudios de
Licenciatura en algún
área de la Química

Cursos de
Prerrequisitos
del 1 de marzo
al 30 de junio

Química Orgánica
Química General
Matemáticas
Fisicoquímica

Las personas que hayan realizado estudios de
Maestría en Ciencias en alguna otra institución,
pueden también solicitar examen de admisión.

EXAMEN DE ADMISION DEL 19 AL 26 DE JULIO DE 1993
FECHA DE INICIO 1 DE SEPTIEMBRE DE 1993

Informes:

Coordinador Académico, Departamento de Química, CINVESTAV
Av. I.P.N. No. 2508, Esquina Ticomán Apdo. Postal 14-740 07000 México, D.F.
Tels. 754 02 00 o 752 06 77 Ext. 4031 y 4022 Fax 752 74 79