

BIBLIOTECA
AREA BIOLOGICA
CINVESTAV



AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Vol. 11, septiembre-octubre de 1992

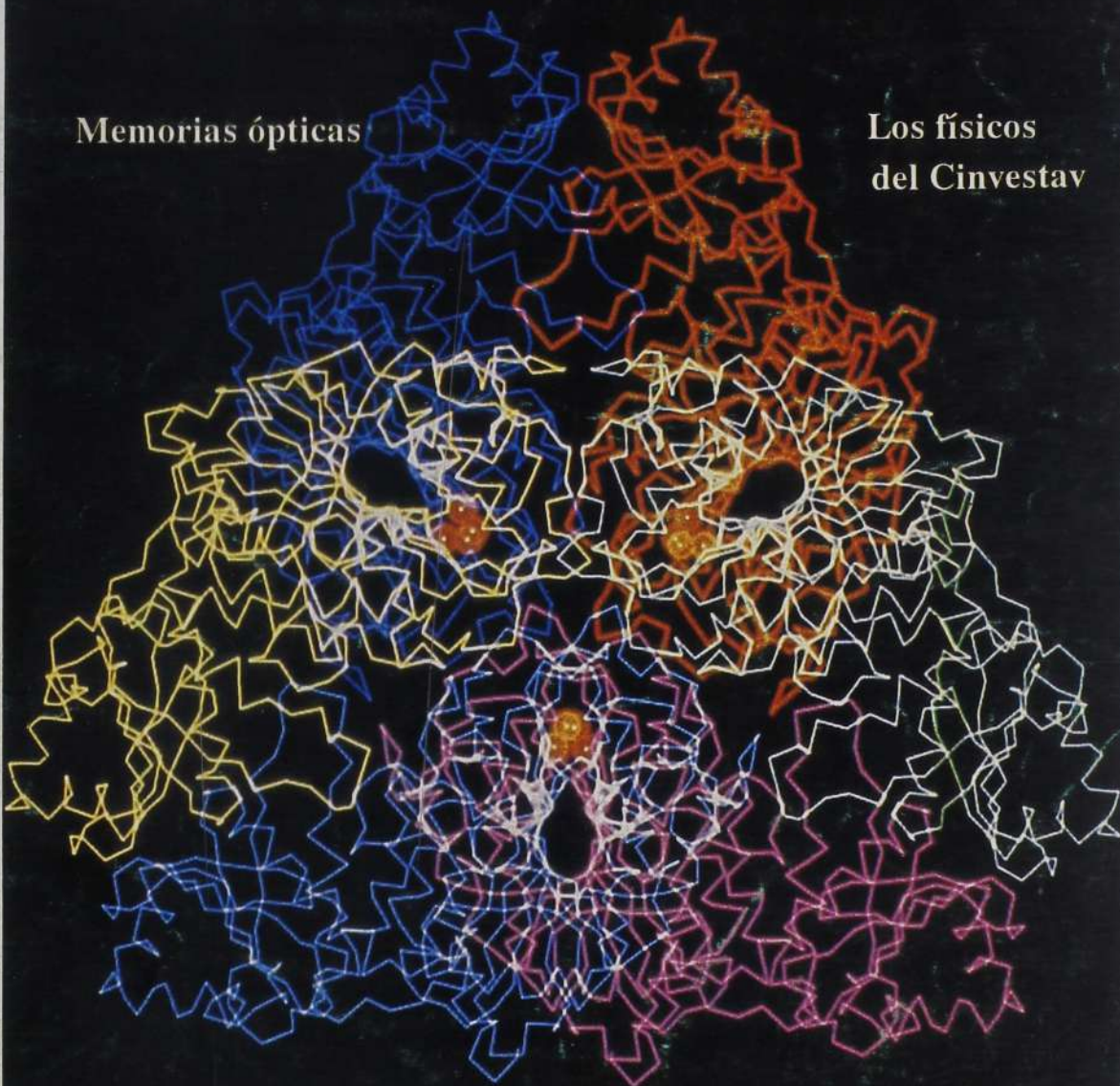
México ISSN 0185-1411

Distribución gratuita

Quiralidad y Síntesis Enantioselectiva

Memorias ópticas

**Los físicos
del Cinvestav**



CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL IPN

Departamento de
GENETICA Y BIOLOGIA MOLECULAR

SE INVITA
A LOS EGRESADOS DE LAS LICENCIATURAS EN BIOLOGIA,
BIOQUIMICA, MEDICINA, QUIMICA, FARMACOLOGIA Y RAMAS
AFINES A CURSAR:

MAESTRIA Y DOCTORADO
EN GENETICA Y BIOLOGIA
MOLECULAR



Regulación de la expresión genética y de la traducción, proteínas
ribosomales, bases moleculares de la interacción hiesped-parasito,
diagnóstico molecular de enfermedades infecciosas y
hereditarias, oncogenes y cáncer, morfogénesis y bioquímica de
la pared celular de hongos.

Inicio de tramites: Junio 3, 1992
Exámen de admisión: Agosto 20, 1992
Inicio de programa: Septiembre 1º, 1992

INFORMES: Dra. Ma. Guadalupe Ortega-Pierres
Departamento de Genética y Biología Molecular
CINVESTAV IPN Av. IPN No. 2508 (esq. Ticomán) A.P. 14-740 C.P.
07000 México, D.F. Tel. 752 06 77 Ext. 5349 y 5328

AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Director: Feliciano Sánchez Sinencio
Secretario Académico: Julio G. Mendoza Álvarez
Editor: Miguel Ángel 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: José Luis Olivares Vázquez

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
Rolando García B.,
 Sección de Teoría y Metodología de la Ciencia
Rubén López Revilla,
 Departamento de Biología Celular

Fotografía: Alfonso Medina

Apoyo: Sección de Fotografía del CINVESTAV

Captura: Ma. Eugenia López y Rosemary Ovando

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 septiembre-octubre de 1992, volumen 11, se terminó de imprimir en septiembre de 1992. El tiraje consta de 7,000 ejemplares. **Editor responsable:** Miguel Ángel 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:** Grupo Editorial EON, S.A. de C.V., Av. México-Coyoacán 421, Xoco, Col. General Anaya, 03330 México D.F., tels.: 604 1204 y 688 9112. *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.

SUMARIO

Vol. 11, septiembre-octubre de 1992

- 267 Quiralidad y síntesis enantioselectiva
Eusebio Juaristi
- 275 Memorias ópticas
Jesús González Hernández
- 281 Contaminación electromagnética no ionizante
Hilabelberto Jardón
- 290 En memoria de Albert M. Grass
Juan García Ramos

Perspectivas

- 291 Los físicos del Cinvestav: desempeño académico
Miguel Ángel Pérez Angón

Noticias del Centro

Documentos

- 305 El CINVESTAV: ejemplo de excelencia académica
Carlos Salinas de Gortari
- 307 El CINVESTAV: una institución de excelencia
Feliciano Sánchez Sinencio
- 311 Treinta años de frutos extraordinarios
Sergio Jiménez Sandoval
- 313 Jorge Suárez Díaz: el filo de la innovación
Héctor O. Nava Jaimes

Libros y Revistas

- 317 "The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason", de P. Bourdieu
María de Ibarrola
- 319 *Simetría*, de Hermann Weyl
Gerardo Herrera Corral
- 320 *Inmunología de las mucosas*, de Gustavo Acosta Altamirano y Miguel Cruz López
Oscar Rojas Espinoza
- 321 *Perfiles Cuánticos*, de Jeremy Bernstein
Gabino Torres Vega

Matices

- 322 De arañas, escorpiones e investigadores profesionales
Marcelino Cerejido

Espacio Abierto

- 326 Un sistema de diagnóstico por resonancia magnética para el tercer mundo
Daniel Kleppner

Portada: representación gráfica generada por computadora de la leucina, aminopeptidasa. Estructura quiral determinada por S.K. Burley y W.N. Lipscomb. *SEARCH*, Vol. 1, No. 4, 1991.

V ESCUELA MEXICANA DE PARTICULAS Y CAMPOS

Guanajuato, Gto.

30 de noviembre - 11 de diciembre, 1992.

INSTITUTO DE FISICA, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DIVISION DE PARTICULAS Y CAMPOS DE LA
SOCIEDAD MEXICANA DE FISICA

Cursos Invitados

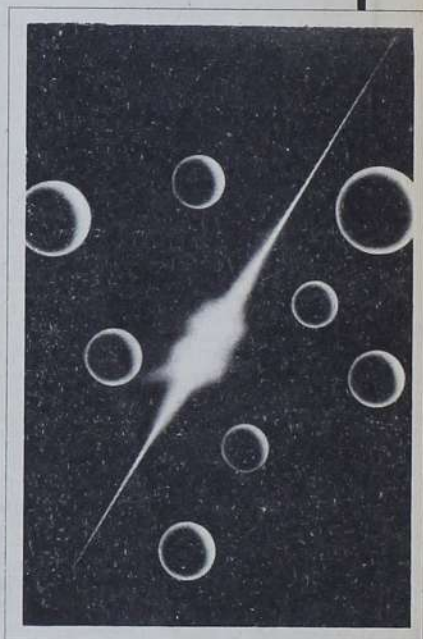
- Gauge Symmetries, Topology and Quantization, A.P. Balachandran, Univ. de Syracuse, EUA.
- The physics and proposed experiments at LHC, K.Eggert. CERN, Ginebra, Suiza
- Higgs Hunting: Standard Model and beyond, J.F. Gunion, Univ. California, Davis, EUA.
- Gauge invariant anality and physical observables, R.G. Stuart, Univ. de Michigan, EUA, por confirmar.
- New ARGUS results and first results from HERA, D. Wegener, Univ. Dortmund/DESY, RFA.
- Lagrangianos efectivos quirales en procesos débiles, A. Pich, CERN, Ginebra, Suiza.
- An introduction to conformal field theories, J. Weyers, Univ. de Lovaina, Bélgica.
- Dos cursos por confirmar de J. Pullin, Univ. de Syracuse, y G. Branco, INIC Portugal.

LUGAR:

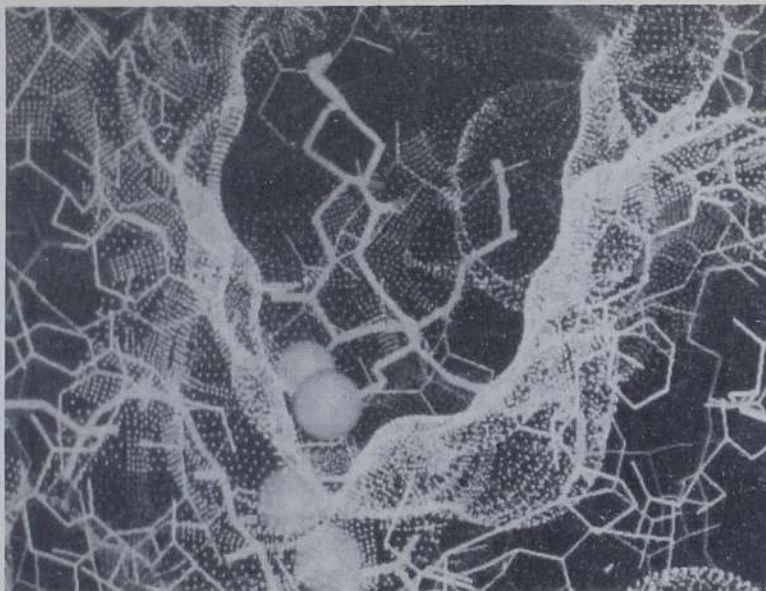
Instalaciones del CIMATEL en Guanajuato

INFORMES:

J.L. Lucio, IFUG, (47) 18 30 89
M. Moreno, IFUNAM, (5) 548 97 83
M.A. Pérez, CINVESTAV, (5) 754 64 76
L. Urrutia, ICNUNAM, (5) 550 57 07
Soc. Mex. de Física (5) 550 59 10



Quiralidad y síntesis enantioselectiva

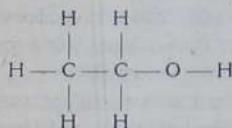


Eusebio Juaristi

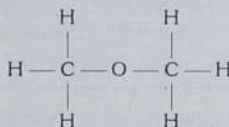
Quiralidad

Los aspectos más generales que definen la estructura molecular son cuatro:¹

(1) La *constitución*, que se refiere a la clase de átomos que forman parte de la molécula; por ejemplo, 2 carbonos, 6 hidrógenos y 1 oxígeno en la molécula de etanol.



(2) La *conectividad*, que describe cómo están unidos los átomos entre sí. De esta forma, aunque la molécula de éter metílico consta también de los mismos tipos de átomos que dan lugar al etanol, la manera en que dichos átomos están enlazados es distinta.



El etanol y el éter metílico son isómeros ya que muestran la misma constitución pero distinta conectividad.

(3) La *configuración*. Los trabajos de Pasteur (ca. 1848) demostraron la existencia de moléculas

El Dr. Eusebio Juaristi, profesor titular del Departamento de Química del Cinvestav, es químico del ITESM, obtuvo su doctorado en química en la Universidad de Carolina del Norte, EUA. Su campo de investigación es la estereoquímica y el análisis conformacional.

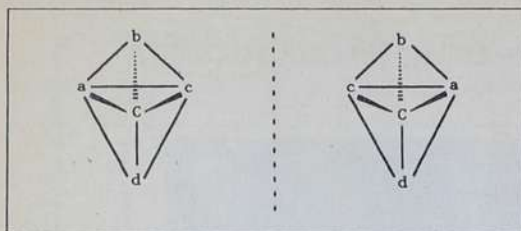


Figura 1

del ácido tartárico con constitución y conectividad similares, y sin embargo distintas estructuras moleculares. Mientras un grupo de aquéllas desvía el plano de luz polarizada hacia la derecha, otro lo gira hacia la izquierda, y un tercer grupo no muestra actividad óptica.

Estas observaciones condujeron a van't Hoff y Le Bel en 1874 a proponer asimetría en las moléculas de ácido tartárico, debido a que poseen átomos de carbono sustituidos con 4 ligandos diferentes y orientados a las esquinas de un tetraedro en cuyo centro está situado el átomo de carbono. Puede apreciarse que la molécula C_{abcd} es asimétrica y puede existir en dos formas no superponibles y por lo tanto isoméricas (Figura 1).

Puede también apreciarse en la Figura 1 que las estructuras representadas guardan una relación de imágenes en un espejo, que es la misma situación que presentan una mano derecha y una mano izquierda. Con base en esta analogía, se dice que las moléculas de la Figura 1, así como las estructuras I y II del ácido tartárico (Figura 2), son *quirales* (de *quiros*, mano en griego).² A los pares de moléculas con estas características se les conoce como *enantiómeros*.

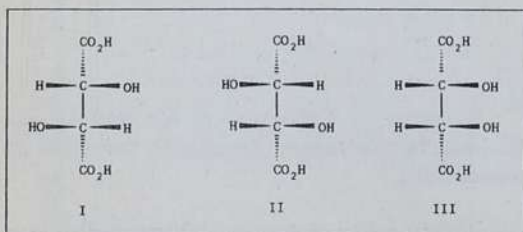


Figura 2

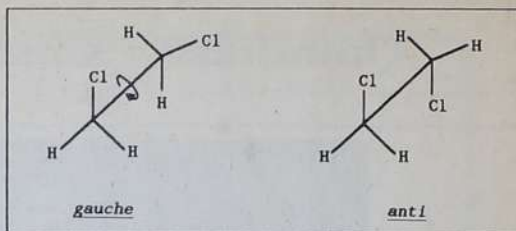


Figura 3

Los isómeros configuracionales que no son enantiómeros entre sí se denominan diastereómeros. De esta manera, las estructuras I y III del ácido tartárico (Figura 2) son moléculas diastereoméricas.

(4) La *conformación* está relacionada con la orientación de los átomos en una molécula, debida a giros alrededor de enlaces sencillos. Así, 1,2-dicloroetano existe como una mezcla de moléculas *gauche* y *anti* (Figura 3). Las conformaciones son arreglos no idénticos de los átomos en una molécula que se obtienen por rotación alrededor de uno o más enlaces sencillos.

El origen de la quiralidad en los compuestos orgánicos³

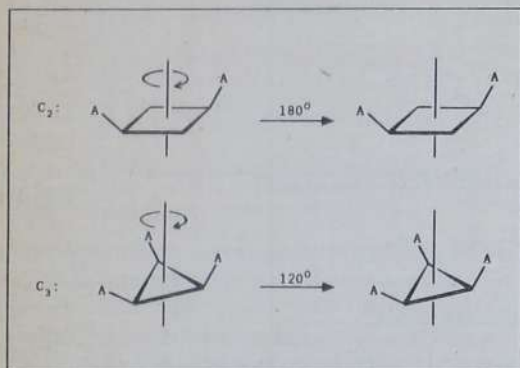
La quiralidad es un atributo puramente geométrico: un objeto es quiral si no es congruente con su imagen especular, y aquiral si el objeto y su imagen son superponibles. Como se mencionó en la sección anterior, el ejemplo más familiar de objetos quirales son las manos derecha e izquierda en una persona. Otro ejemplo es un par de tornillos con cuerda derecha e izquierda.

Para aplicar este concepto a las moléculas orgánicas debe considerarse que, en contraste con los objetos rígidos, las moléculas son móviles desde el punto de vista conformacional (*vide supra*); por lo tanto, con el objeto de establecer su congruencia (superponibilidad con su imagen en un espejo) uno debe examinar todos los conformeros posibles.

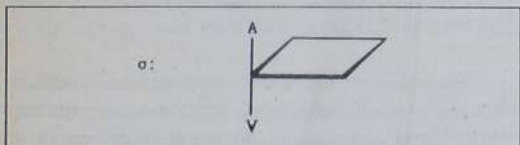
Un método alterno que es más práctico para determinar si una molécula es quiral o aquiral consiste en identificar los elementos de simetría pre-

sententes en la molécula bajo consideración. Los elementos de simetría relevantes en la estereoquímica son:

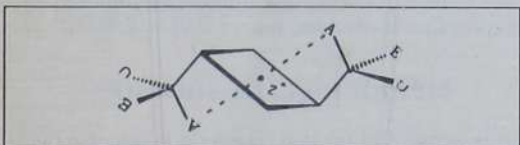
Ejes de simetría. Se presentan cuando el giro sobre un eje C_n , con $n = 360^\circ/\text{ángulo del giro}$, conduce a una estructura indistinguible de la inicial. Por ejemplo:



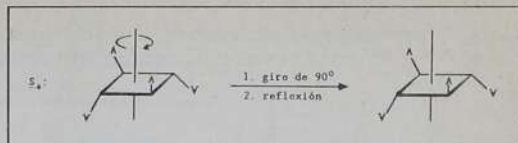
El plano de reflexión (σ) corresponde a un plano de simetría que divide la molécula en 2 mitades idénticas. Puede identificarse también como un espejo en el que una mitad de la molécula es el reflejo de la otra mitad enantiomérica.



El centro de simetría (i) es un punto formal en el centro de la molécula, con respecto al cual cada átomo presente encuentra su equivalente al extender una línea imaginaria de la misma longitud que la que la une a i :

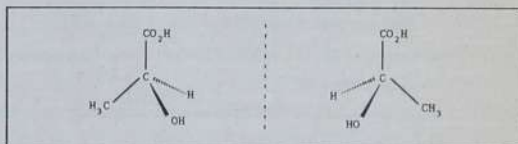


Un eje de rotación-reflexión (S_n) puede estar presente en moléculas que al ser giradas con respecto a dicho eje un ángulo de $360^\circ/n$, y posteriormente reflejadas a través de un plano perpendicular al eje, producen una estructura idéntica a la original. Por ejemplo:



Una molécula es aquiral si posee cualquiera de los elementos de simetría S_n , i , o σ . Una molécula quiral no posee dichos elementos de simetría (que involucran reflexión a través de un plano) y no será superponible con su imagen de espejo.

Aquí es conveniente mostrar la relación entre los términos quiral y asimétrico, que no son sinónimos. Todas las moléculas quirales son disimétricas al no poseer los elementos de simetría S_n , i , o σ ; sin embargo, una molécula disimétrica puede poseer uno o más ejes de simetría C_n . Por otro lado, las moléculas asimétricas son aquellas moléculas quirales que no tienen ningún elemento de simetría. Un ejemplo de moléculas asimétricas son los enantiómeros del ácido α -hidroxi-propiónico (láctico):



Una molécula asimétrica es por necesidad disimétrica, pero una molécula disimétrica no necesariamente es asimétrica. Un ejemplo de una molécula disimétrica que no es asimétrica es cada uno de los enantiómeros I y II del ácido tartárico (Figura 2; el eje atraviesa el centro de la molécula, perpendicular a la hoja de papel).

Finalmente, la estructura III del ácido tartárico es aquiral, pues presenta un plano de simetría que divide la molécula en 2 mitades enantioméricas. (Figura 2; plano horizontal que pasa por el centro de la molécula).

Importancia de la síntesis enantioselectiva^{3,4}

Los fármacos son sustancias que en cantidades relativamente pequeñas provocan una respuesta por parte de organismos vivos. Este efecto resulta de la interacción entre las moléculas del fármaco y un sitio específico de la superficie celular; es decir, un

Tabla 1. Contrastes en la acción biológica de sustratos enantioméricos,^{3,4}

Asparagina	
(amarga)	(dulce)
Derivados del Acido Barbitúrico	
(narcótico)	(anticonvulsivo)
1-Cloro-2,3-propanodiol	
(veneno)	(fármaco)
Etambutol	
(fármaco)	(provoca ceguera)

biorreceptor. Dichos receptores poseen características estructurales que son complementarias a las del fármaco, y desencadenan una serie de eventos que conducen a la respuesta biológica.

Estudios realizados sobre la relación estructura/actividad en estos sistemas sugieren una analogía con la relación existente entre la mano derecha o izquierda y su guante de la misma quiralidad.

En años recientes se ha incrementado enormemente el interés por la síntesis de fármacos, pesticidas y otras sustancias químicas enantioméricamente puras. Muchas de estas sustancias son quirales y por lo tanto existen como dos (o más) estereoisómeros, que desde el punto de vista de su actividad biológica deben considerarse como distintas sustancias. Se conocen muchos ejemplos de la estereoespecificidad mostrada por sustratos enantioméricos, donde uno de los estereoisómeros es activo (el eutómero) pero su enantiómero es inactivo (el distómero). En otros casos, los enantiómeros exhiben acciones muy diferentes, una pu-

diera ser benéfica y la otra indeseable. Varios ejemplos se recogen en la Tabla 1.

Es, pues, indudable que para los químicos dedicados a la síntesis de sustancias activas en términos farmacológicos es de suma importancia el desarrollo de métodos que permitan la preparación de dichos compuestos en forma enantioméricamente pura. Cuando éste no es el caso, la síntesis proporciona racematos (mezclas equimolares de los enantiómeros) que son sin duda insatisfactorias, pues el rendimiento químico del fármaco deseado es por necesidad menor o igual a 50%.

Metodología de síntesis³⁻⁵

En la actualidad no hay faceta de la química orgánica que muestre más actividad y crecimiento que la referente a la preparación de compuestos enantioméricamente puros.

En este contexto, mucho interés han despertado las transformaciones químico-biológicas. Reac-

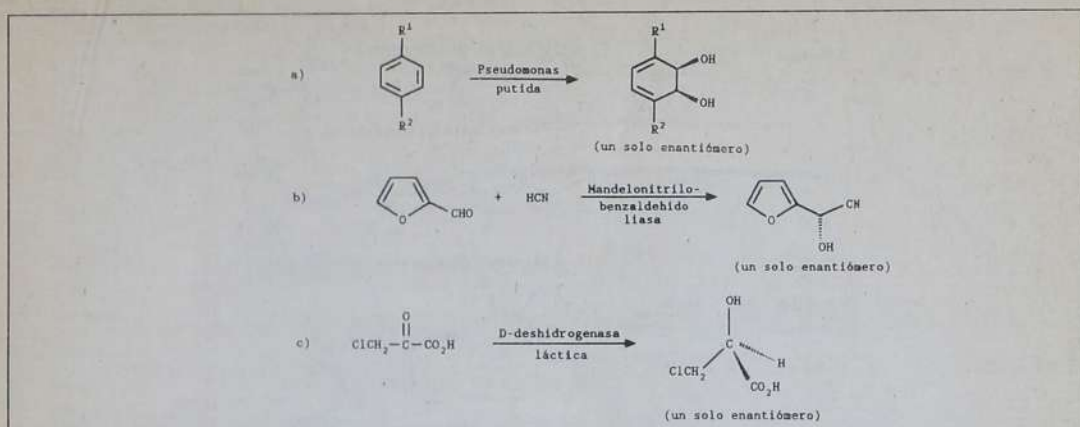


Figura 4

ciones que utilizan enzimas aisladas o cultivos de microorganismos son cada vez más comunes tanto a nivel de laboratorio como a escala industrial. Toda una gama de sustancias se preparan ya a gran escala por fermentación: alcaloides y pigmentos (cultivo de tejidos vegetales), cis-3,5-ciclohexadien-1,2-diol (usando *Pseudomonas putida*), ciclosporina (con *Tolypocladium inflatum*), ácido 3-hidroxibutírico (con *Hydrogenomonas eutropha*), penicilina, insulina e interferón (mediante *Escherichia coli* modificada vía tecnología genética), vitamina C (con *Acetobacter suboxydans*), etc. (Figura 4).

Otra táctica que ha rendido muy buenos frutos en la obtención de compuestos enantioméricamente puros es la que utiliza productos naturales ópticamente puros como materia prima. Estos materiales (*chiral pool*, literalmente "alberca quiral", del inglés) se pueden adquirir con facilidad pues la

naturaleza los produce en abundancia, de modo que su disponibilidad comercial puede caer en el rango 10^2 - 10^5 toneladas por año. (Tabla 2).

Por ejemplo, todos los L-amino ácidos proteínogénicos son comercialmente accesibles en cantidades que varían entre 10 y 10^5 toneladas por año. La L-lisina (ca. 70,000 tpa) y el L-glutamato de sodio (ca. 350,000 tpa) se producen a una escala comparable a la de derivados petroquímicos. La Figura 5 recoge algunos ejemplos de fármacos que deben su actividad óptica a los amino ácidos naturales que sirvieron como materia prima para su elaboración.

Otras fuentes naturales de compuestos enantioméricamente puros son α -hidroxi-ácidos tales como el ácido láctico, el ácido málico y el ácido tartárico, los carbohidratos y los terpenos (limoneno, mentol, alcanfor, α -pineno, etc.)

Puesto que las enzimas catalizan una gran variedad de reacciones bioquímicas con mucha eficiencia y estereoespecificidad (*vide supra*), los químicos se han puesto como un reto el diseño de compuestos sintéticos que funcionen como enzimas. En esta categoría de métodos biomiméticos, un trabajo reciente se fijó como meta la elaboración de péptidos sintéticos capaces de efectuar la síntesis asimétrica de cianohidrin. En particular, el dipéptido cíclico ciclo(fenilalanil-histidina) cataliza la adición de ácido cianhídrico al benzaldehído para dar mandelonitrilo enantioméricamente puro (Figura 6). Por supuesto, es notable que un com-

Tabla 2. Precios aproximados de sustancias naturales ópticamente puras accesibles comercialmente.

Material	Precio (US dls/kilo)
Acido ascórbico	13
(-)-Carvona	16
Dextrosa	1.2
Efedrina	62
(+)-Limoneno	3
Glutamato de sodio	2
Quinidina	130
Quinina	75
L-Treonina	12-50
(según su pureza)	

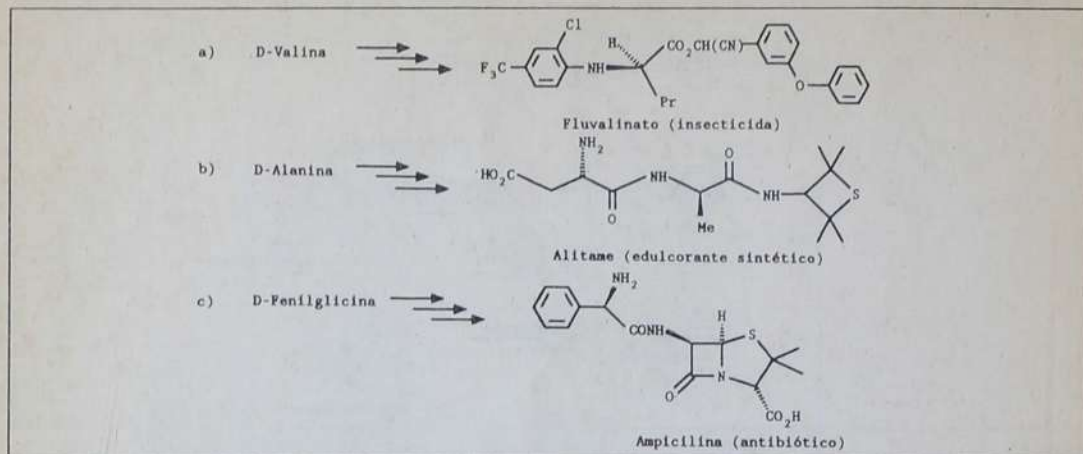


Figura 5

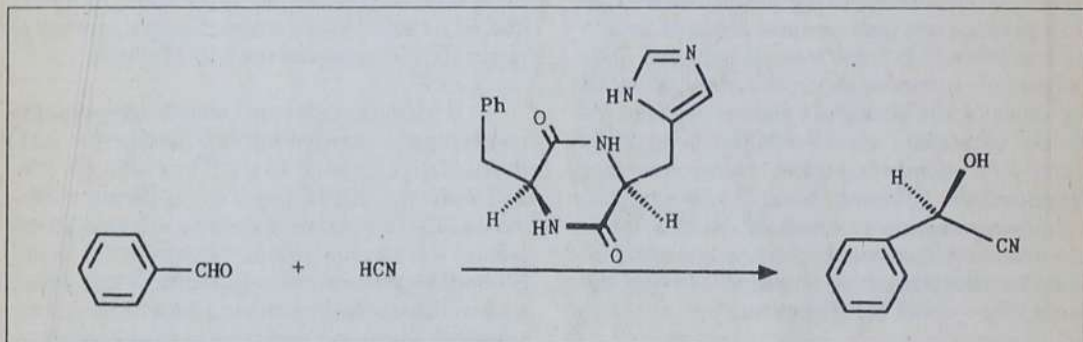


Figura 6

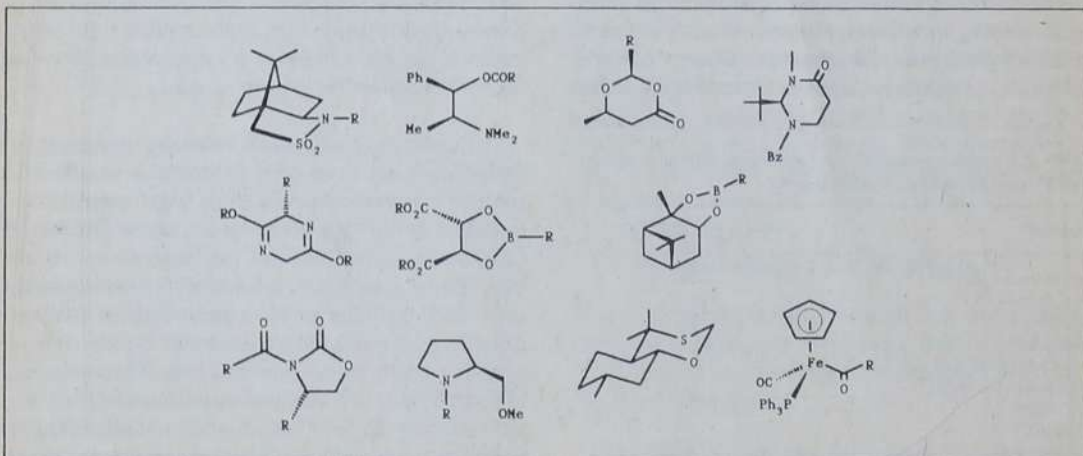


Figura 7

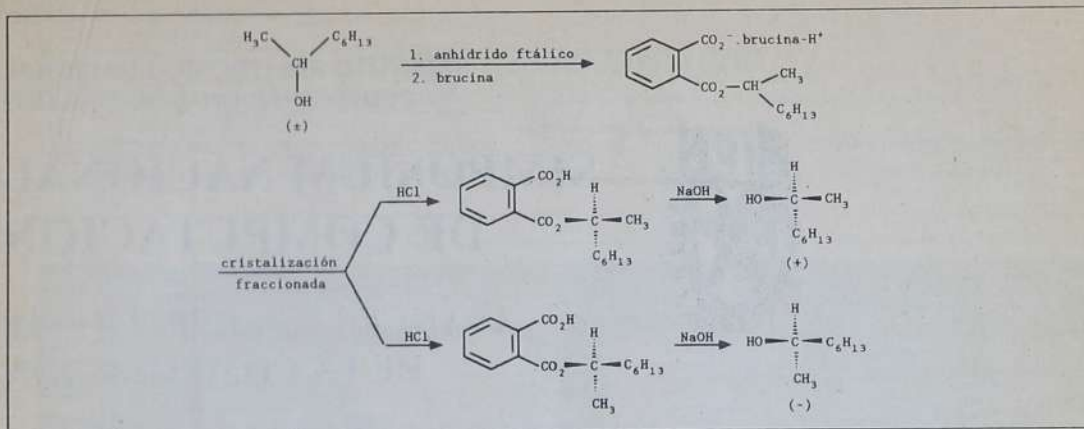


Figura 8

puesto sencillo, formado por dos aminoácidos, puede copiar la estereoespecificidad de enzimas que están formadas por muchos amino ácidos.

La Figura 7 reúne una colección de reactivos auxiliares quirales que, por lo general, se combinan con moléculas aquirales antes de dar lugar a transformaciones químicas de todo tipo. La estrategia consiste en lograr reacciones estereoselectivas, que son seguidas por la recuperación del agente auxiliar quiral, lo que conduce al aislamiento de productos enriquecidos en un sólo enantiómero.

A pesar de su mala imagen como tecnología modesta, la resolución de racematos vía la cristalización fraccionada de derivados diastereoméricos es muy utilizada a nivel industrial, y de hecho genera una gran proporción de aquellos fármacos y sustancias ópticamente puros que no son derivados de productos naturales. Hasta un 65% de dichos compuestos comerciales deben su actividad óptica a una resolución de tipo clásico. Es claro que en muchos casos la separación de los enantiómeros en un racemato es ventajosa y económicamente atractiva.

Por ejemplo, aminas naturales como la brucina, la estricnina y la efedrina, que son bases orgánicas quirales, son utilizadas con frecuencia para resolver ácidos orgánicos quirales. Un ejemplo es el uso de la brucina en la resolución del $(\pm)$ -2-octanol, que se trata primeramente con anhídrido ftálico para generar los ftalatos racémicos correspon-

dientes, y luego las sales diastereoméricas que se separan por cristalización fraccionada. (Figura 8).

Comentarios finales

Al considerar la gran cantidad de trabajos que hoy se ocupan de la preparación de compuestos enantioméricamente puros,⁶ no es aventurado predecir que para el año 2000 contaremos con suficientes opciones para la síntesis de compuestos quirales en todo tipo de sustancias, tanto a nivel de laboratorio como a escala industrial. Simultáneamente, los esfuerzos dedicados a estos fines conducirán a una mayor comprensión de la naturaleza de las interacciones entre moléculas quirales, así como de la quiralidad misma. Una cosa es cierta: seremos testigos de avances y descubrimientos que son insospechables en este momento.

Notas

1. Juaristi, E. *Contactos*, **2**, 14 (1991).
2. Otros artículos en esta revista, relacionados con el tema de la quiralidad: Valdez, J.F. *Avance y Perspectiva*, **10**, 3 (1991); Contreras, R. *Ibid.*, **10**, 273 (1991); Lucio Martínez, J.L.; Mercado, H.J.; Vargas, M. *Ibid.*, **11**, 25 (1992); Cuevas, G. *Ibid.*, **11**, 126 (1992).
3. Juaristi, E. *Introduction to Stereochemistry and Conformational Analysis*, Wiley: New York (1991).
4. Crosby, J. *Tetrahedron*, **47**, 4789 (1991).
5. Seebach, D. *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **29**, 1320 (1990).
6. Además de una numerosa colección de libros y artículos de revisión sobre el tema, dos revistas científicas fueron recientemente dedicadas a él: *Chirality*, (1989-); *Tetrahedron Asymmetry*, (1990-).



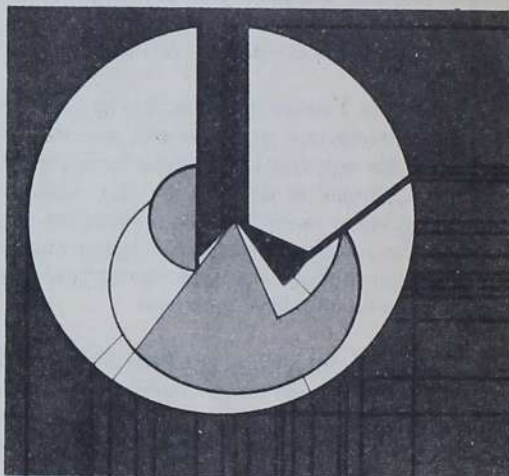
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE CALCULO

SIMPOSIUM NACIONAL DE COMPUTACION

AVANCES Y PERSPECTIVAS
DE LA COMPUTACION

TEMAS

- ALGORITMOS
- ARQUITECTURAS DE COMPUTADORAS
- BASE DE DATOS
- CAD / CAM
- COMPUTACION EN LA EDUCACION
- INGENIERIA DE SOFTWARE
- INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- LENGUAJES DE PROGRAMACION
- REDES EN CONECTIVIDAD
- SISTEMAS DISTRIBUIDOS
- SISTEMAS OPERATIVOS
- MULTIMEDIA
- NEUROCOMPUTACION
- SUPERCOMPUTACION



11, 12 y 13 de noviembre de 1992

SEDE

AUDITORIO "B"
ING. MANUEL MORENO TORRES
CENTRO CULTURAL
JAIME TORRES BODET
Unidad Profesional Adolfo López Mateos
Av. Wilfrido Massieu Helguera
C.P. 07738, México, D.F.

CUOTAS DE INSCRIPCION

PROFESORES Y ALUMNOS \$ 75,000
PUBLICO EN GENERAL \$ 150,000

INFORMES

Para mayores informes y envío de ponencias dirigirse
al Ing. Arturo Arreola
Depto. De Investigación Del Centro Nacional De Cálculo
Av. IPN Unidad Profesional Adolfo López Mateos
C.P. 07738, México, D.F.
Tel. 586 47 11 Ext. 32 y 44 Telefax 586 29 90

Memorias ópticas

Las primeras memorias ópticas para almacenamiento de datos han sido introducidas recientemente al mercado con una densidad de grabado superior a la de las tradicionales memorias magnéticas.



Jesús González Hernández

Grabado Magnético vs. grabado óptico

En la última década, la necesidad de almacenar y procesar información masiva en tiempos cortos ha aumentado en forma constante. En la actualidad

El Dr. Jesús González Hernández, profesor titular de la Unidad Saltillo del Cinvestav, es físico egresado de la ESFM-IPN, obtuvo su maestría en ciencias (Física) en el mismo Cinvestav y su doctorado (Física) en la Universidad Estatal de Campinas, Brasil. Su campo de investigación es la ciencia de los materiales. Realizó recientemente una estancia sabática en la compañía Energy Conversion Devices de Troy, Michigan, EUA.

una gran mayoría de las tecnologías de almacenamiento de datos se basa en principios puramente magnéticos¹ (como los discos duros, flexibles y unidades de cinta), o puramente ópticos² (como las unidades WORM, que serán descritas más adelante). Desde que Ovshinsky^{3,4} propuso en 1968 la idea del grabado óptico con capacidad de escritura/borrado, y con alta densidad de almacenamiento de datos, varias tecnologías con estas características ya han sido investigadas. El principio de grabado, borrado o simplemente de lectura de la información se basa en cambios fisicoquímicos inducidos por luz en materiales diversos, por lo general preparados en forma de películas delgadas. Por ejemplo, se pueden

aprovechar cambios en la dirección de la magnetización de películas magnéticas, cambios en las propiedades ópticas de medios dieléctricos, o deformaciones físicas en materiales plásticos. En la actualidad, el grabado puramente magnético permite una máxima densidad de grabado de alrededor de 10^6 bits/cm² (disco duro de una computadora). La creciente demanda para una mayor capacidad de almacenamiento de datos ha motivado el desarrollo de nuevas tecnologías. Destacan el grabado óptico y magneto-óptico. En el primero la información se graba al inducir una transformación de fase en el material activo; la segunda utiliza cambios locales en la magnetización de películas magnéticas. En ambos sistemas las transformaciones son inducidas por la radiación emitida por un láser de semiconductor, y la densidad de grabado es de casi 10^8 bit/cm².

La lectura de información utilizando medios ópticos ha llegado al consumidor en la forma de discos compactos de audio. En esta tecnología la información es almacenada en forma de marcas en alto relieve en la superficie plana de un polímero⁵. La superficie se cubre con una capa metálica refractora y la información digital, representada por la posición y longitud de las marcas, es leída ópticamente midiendo el cambio en la reflectividad entre las regiones en alto relieve y la superficie plana del disco. La fuente de luz utilizada en este caso es también un láser de semiconductor focalizado. Cuando se usa como base de datos en computadoras el disco compacto digital es llamado memoria óptica sólo de lectura (CD-ROM), *Compact Digital Read Only Memory*. El usuario puede extraer, pero no cambiar o agregar información.

En ciertos casos es ventajoso tener información grabada en forma permanente, como en el caso de un álbum musical; sin embargo, para otras muchas aplicaciones es esencial que el usuario pueda grabar información en el disco para después leerla. Este tipo de tecnología existe ya en el mercado y es conocida como WORM (Write Once Read Many)⁶. El principio de operación se basa nuevamente en el uso de un láser de semiconductor enfocado a su límite de difracción. Es necesario contar con una potencia de emisión de 20-40 mW para producir las marcas permanentes en el medio activo del disco óptico. La información se lee utili-

zando un cambio en las propiedades ópticas del disco, por ejemplo, en su reflectividad o absorción.

Aunque los formatos CD-ROM y WORM han sido desarrollados en forma exitosa y son apropiados para ciertas aplicaciones, la industria de la computación está concentrando esfuerzos en el desarrollo de memorias ópticas que tengan la capacidad de escritura/borrado, esto es, discos ópticos regrabables. Ya existen en el mercado, en proceso avanzado de desarrollo, dos tipos de discos ópticos con estas características. En el primero, el principio de grabado/borrado se basa en un cambio estructural reversible inducido por luz; esta tecnología es conocida como disco óptico de Cambio de Fase (CF). En el segundo se utilizan cambios locales en la dirección de la magnetización también inducidos por luz; este disco es conocido como Magneto-Óptico (MO). A continuación se describen los principios de operación de ambas tecnologías.

Memorias ópticas de cambio de fase (CF)

En este tipo de tecnología la información es grabada al cambiar localmente la estructura del medio activo, en general de amorfa a cristalina.²⁻⁴ Para producir este cambio se utiliza la energía emitida por un láser de semiconductor. Un *bit* de información puede grabarse en una pequeña región amorfa ($\sim 1 \mu\text{m}^2$) en un fondo cristalino y la presencia de este *bit* se determina por la diferencia en la reflectividad o transmisión óptica de las fases amorfa y cristalina de dicha región.

En la Fig. 1 se ilustra la sección transversal de una estructura típica en un disco óptico de cambio de fase. La estructura depositada sobre discos plásticos consiste de tres capas delgadas A, B y C. Las capas dieléctricas A y C tienen las funciones de (a) acoplar ópticamente la energía luminosa en la capa activa (B), (b) confinar térmicamente la energía absorbida en la capa activa y (c) evitar reacciones químicas entre el sustrato y la capa activa.

Los procesos de grabado, lectura y borrado de un *bit* de información se ilustran en forma esquemática en la Fig. 2. La capa activa (B) es depo-

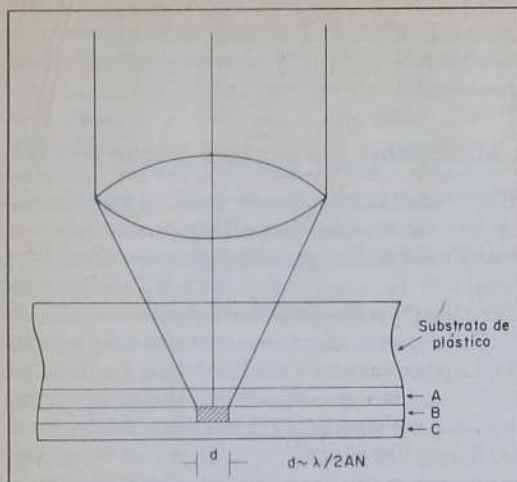


Figura 1. Sección transversal de la estructura de multicapas de un disco óptico de cambio de fase (CF). El espesor de las capas A, B y C es del orden de 1000 Å. La capa activa B se encuentra intercalada entre dos capas dieléctricas A y C. Durante la operación la luz del láser es enfocada a su límite de difracción en la capa activa.

sitada con estructura amorfa, después se cristaliza utilizando un láser de argón de baja potencia en modo de emisión continua. Este proceso se conoce como iniciación del medio activo. Un *bit* de información se puede grabar en la capa activa aplicándole un pulso de radiación del láser con

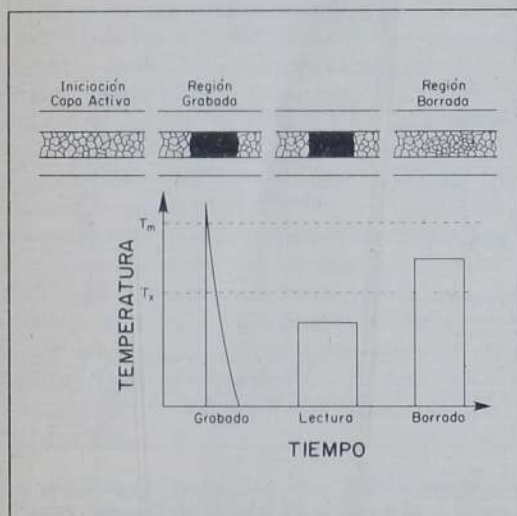


Figura 2. Evolución térmica y estructural de un *bit* de información durante el proceso de escritura, lectura y borrado.

una duración de 50-100 nseg y una amplitud de 15-30 mW, dependiendo de las propiedades ópticas y térmicas del medio activo. Este pulso aumenta la temperatura de la región iluminada en la capa activa por arriba de su temperatura de fusión (T_m). Cuando el pulso termina, la región fundida se enfría con razones de enfriamiento del orden de 10^9 - 10^{10} K/seg, lo cual permite al material permanecer en el estado amorfo durante el proceso de solidificación⁷. Más tarde puede ser identificada la presencia de información grabada utilizando el mismo láser, con menor potencia, para medir el cambio en la reflectividad o transmisión de las marcas amorfas con respecto al fondo cristalino. El borrado se logra exponiendo la marca amorfa o *bit* grabado a una intensidad intermedia de luz, lo que permite aumentar la temperatura de la capa activa por arriba de la temperatura de cristalización (T_x), pero sin alcanzar la temperatura de fusión (T_m). La región amorfa es así cristalizada sin afectar la estructura del material circundante.

Las especificaciones primarias requeridas para la comercialización de una memoria óptica de este tipo son las siguientes: (i) sensibilidad al grabado, (ii) retención de información, (iii) alta velocidad de borrado (cristalización), (iv) buen contraste óptico y (v) un número de ciclos grabado/borrado superior a 10^6 . El primer requisito tiene un impacto importante en el costo del equipo, ya que los láseres de semiconductor de baja potencia son relativamente baratos. El tiempo de borrado o de cristalización lo impone la velocidad de giro del disco durante su operación, así como la dimensión de la marca grabada; para 1800 rpm y 1 μ m, respectivamente, se necesitan pulsos con una duración no mayor a 100 nseg.

Gran parte del grado de avance actual de la tecnología de discos ópticos CF se debe al descubrimiento de nuevos materiales con propiedades adecuadas para esta aplicación. En un medio activo los procesos de amorfización y cristalización deben ocurrir en tiempos muy cortos de exposición a la luz del láser. Recientemente la familia de materiales ternarios Ge:Sb:Te ha exhibido las características requeridas para su aplicación en esta tecnología.^{8,9} En este sistema existen cinco compuestos ternarios con composiciones elementales estequiométricas a temperatura ambiente, los cuales se indican en el dia-

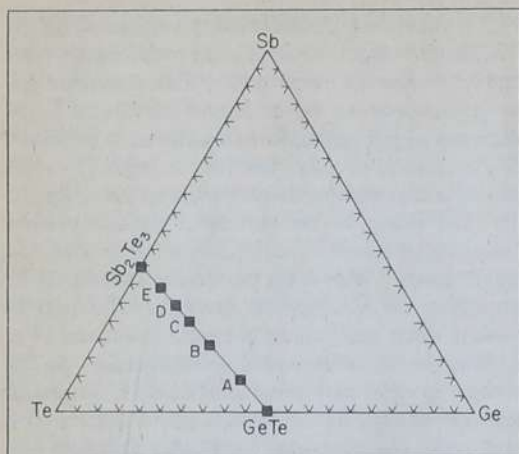


Figura 3. Localización en el sistema ternario (Ge:Te:Sb) de las fases con composición estequiométrica. Las composiciones atómicas de las fases A, B, C, D y E son, respectivamente, (4:1:5), (3:2:6), (3:2:6), (3:4:9), (1,2,4) y (1,4,7).

grama de fase Ge:Sb:Te de la Fig. 3. Nótese que las composiciones de todos ellos caen en la línea con composiciones extremas GeTe-Sb₂Te₃. Se ha concluido que, para temperaturas cercanas a la temperatura de fusión, el tiempo de cristalización de la fase amorfa en estos compuestos es de unos 10^{-12} seg.⁹ Este tiempo es varios órdenes de magnitud menor que el observado, para temperaturas similares, en materiales de la misma familia pero con composiciones elementales no estequiométricas. Esto se debe en principio a que en compuestos no estequiométricos la velocidad de cristalización disminuye mediante procesos más lentos de difusión atómica, lo que conduce a la segregación de varias fases cristalinas.⁹ En el caso de los cinco compuestos ternarios indicados en la Fig. 3, la transformación amorfo-cristal consiste simplemente en el reordenamiento de enlaces atómicos sin la necesidad de movimientos atómicos lentos. Lo anterior sólo ocurrirá si el orden atómico local

es similar en ambos estados, amorfo y cristalino, y ha sido confirmado utilizando varias técnicas experimentales.^{8,9}

Memorias magneto ópticas (MO)

El potencial de estas memorias fue reconocido hace más de 20 años. Sin embargo, sólo recientemente se han encontrado materiales adecuados para esta tecnología. En 1973 los estudios de Chaudhari¹⁰ sobre películas delgadas amorfas de GdCo iniciaron una nueva generación de materiales. La capa activa de los discos que aparecen en el mercado son aleaciones amorfas de tierras raras con metales de transición, como los ternarios GbTbFe y TbFeCo. El principal problema de estos materiales es su susceptibilidad a procesos de corrosión y oxidación. Se ha encontrado también que multicapas de Co/Pt presentan propiedades adecuadas para esta aplicación.

En la Fig. 4 se ilustra el proceso de escritura en un disco MO.² La película activa, previamente magnetizada, se calienta a través de la radiación pulsada del láser de semiconductor enfocado,

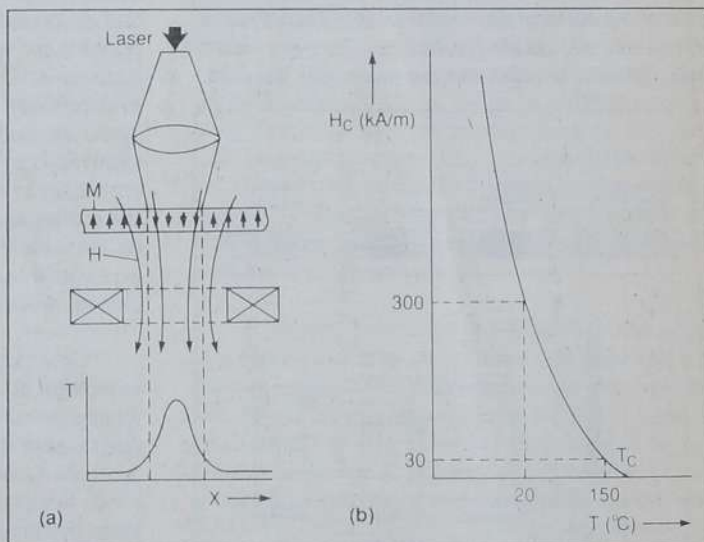


Figura 4 Principio termomagnético de escritura en una memoria MO. (a) El láser genera un perfil de temperatura $T(x)$ en la película, M, magnetizada perpendicularmente; luego el campo de coercitividad H_c disminuye con la temperatura (b). La dirección de la magnetización será invertida localmente por la acción del campo magnético aplicado H , cuando T es superior a la temperatura de Curie, T_c .

creando un perfil de temperatura, $T(x)$, como se indica en la Fig. 4(a). En la Fig. 4(b) se muestra la dependencia con la temperatura del campo de coersividad, H_c , en la película magnética. Como puede verse, H_c disminuye con la temperatura y desaparece a la temperatura de Curie, T_c , que en el caso ilustrado es de aproximadamente 160°C. En las regiones donde la temperatura excede T_c la dirección de la magnetización será invertida por el efecto del campo magnético aplicado H . De este modo se crean dominios magnéticos con magnetización opuesta a la de las regiones no expuestas a la radiación pulsada del láser. Las dimensiones de estos dominios son determinadas por el grado de enfoque del haz del láser ($1 \mu\text{m}^2$). La amplitud y duración de los pulsos dependen de las propiedades magneto-ópticas de la película activa. La duración típica de los pulsos es menor que 100 nseg.

En la Fig. 5 se ilustra el principio utilizado para leer información grabada en una memoria MO. Luz polarizada en un plano cambia su polarización a elíptica después de ser reflejada por una superficie metálica magnetizada como en la capa activa de un disco MO. Además, el eje principal de la elipse será ligeramente rotado un ángulo θ_k respecto de la dirección original de incidencia. El signo del ángulo θ_k dependerá de la dirección de la magnetización, como se indica en la figura. Las marcas con magnetización opuesta a la del resto de la película podrán ser identificadas por el cambio sufrido en la dirección de la polarización de luz reflejada (efecto Kerr) o transmitida (efecto Faraday). En la práctica, la magnitud de la rotación Kerr es bastante pequeña, típicamente entre 0.2 y 0.4 grados. Si el medio activo es transparente, es conveniente usar el efecto Faraday, que puede ser transformado en un efecto Kerr efectivo depositando el medio activo sobre una película reflectora. Esto lo hará compatible con la mayoría del equipo de lectura existente en el mercado, el cual opera en base a luz reflejada. En el modo más usual de grabado en discos MO, la potencia del láser se modula manteniendo la intensidad del campo magnético constante.

El principal problema de la tecnología de discos MO es que la magnitud del efecto Kerr es muy pequeña. Debido a esto es necesario utilizar componentes ópticas sensibles a pequeños cambios en

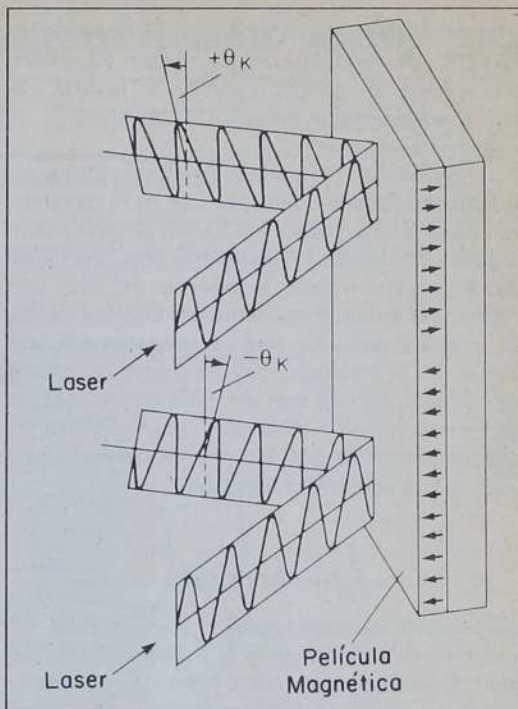


Figura 5. Principio magneto-óptico de lectura. La dirección de la magnetización es reflejada por la rotación sufrida en el plano de polarización de la luz incidente sobre la película magnetizada.

la rotación de la polarización de la luz reflejada. Este problema no existe en el caso de memorias ópticas del tipo CF, ya que el cambio en la reflectividad de amorfo a cristal es mayor a 20%. Para el caso de discos MO la escritura se lleva a cabo en dos pasos: un paso para borrar y uno para escribir. En cambio, la lectura sólo toma un paso y por lo tanto es más rápida que la escritura. En discos ópticos de CF es posible sustituir información grabada por nueva información con una sola exposición a la radiación del láser.

Características comunes

Son varias las características comunes a las dos tecnologías descritas. Primero, ambas tecnologías utilizan un láser de semiconductor como fuente de luz enfocado al límite de difracción, esto es, el tamaño de la región menor grabada es del orden de

la longitud de onda, λ , utilizada. El límite de difracción está definido por la expresión $K\lambda / 2AN$, donde AN es la apertura numérica del lente objetivo y K una constante del orden de la unidad.

La densidad de grabado (bits/cm²), la cual está aproximadamente dada por $(NA / \lambda)^2$, es similar en ambos discos; para $\lambda \sim 830$ nm, se llega a densidades $\sim 10^8$ bits/cm². Nótese que para una densidad de potencia dada, la potencia del láser será menor si la radiación es de menor longitud de onda ya que la radiación será localizada en una área menor. En la actualidad existen láseres compactos con emisión en 670 nm; sin embargo, la máxima potencia de emisión es de sólo 5 mW. Otra característica común es que los tiempos de escritura y borrado son menores a 100 nseg.

Conclusiones

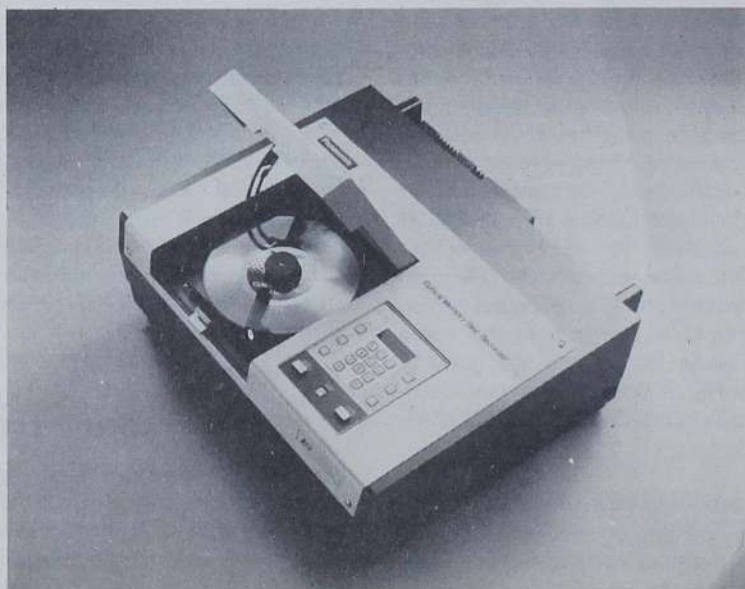
Las primeras memorias ópticas de ambos tipos, CF y MO, han sido recientemente introducidas al mercado. Combinan altas densidades de grabado (1 GByte en discos de 5 1/4 pulgadas) con razones de transferencia de datos del orden de 0.5 MBytes/seg. Materiales con composiciones estequiométricas como los de la familia GeSbTe satis-

facen los requisitos básicos para su aplicación como medio activo en memorias de tipo CF. Aleaciones de tierras raras con metales de transición presentan también las características adecuadas para su uso en memorias del tipo MO. Desarrollos futuros en este campo serán orientados a mejorar varios aspectos relacionados con el procesamiento de las películas delgadas en la estructura del disco, la adhesión y el comportamiento mecánico, así como flujo de calor y transformaciones de fase en el medio activo.



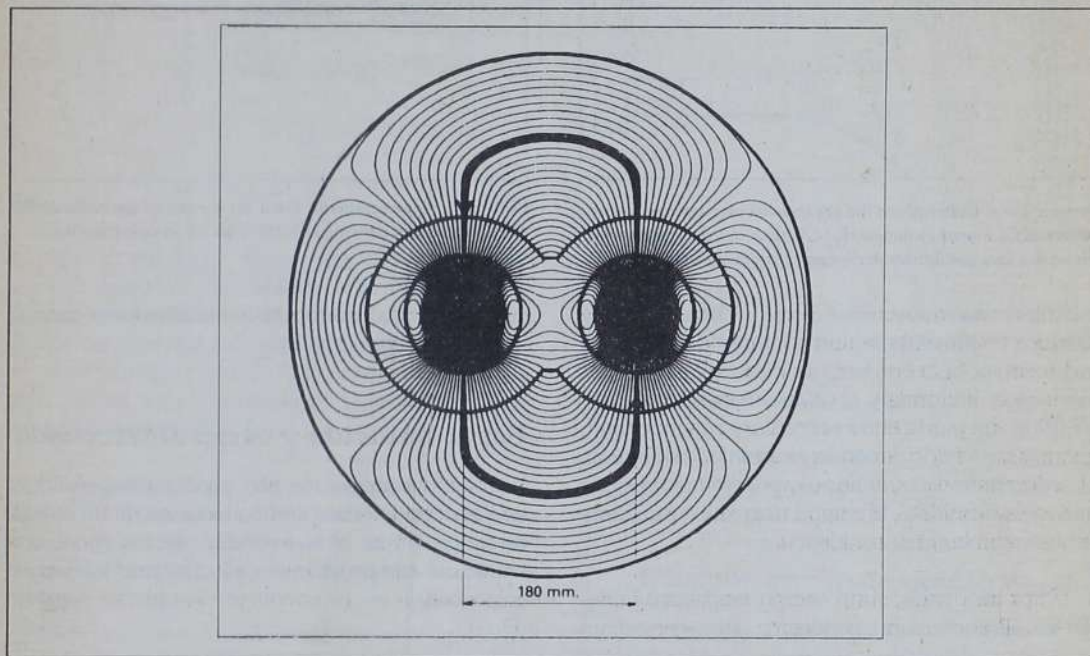
Notas

1. M.H. Kryder, *Scient. Am.* p. 72 (Octubre, 1987).
2. R.J. Gambino, *MRS*, p. 20 (Abril, 1990).
3. S.R. Ovshinsky, *Phys. Rev. Lett.* **21**, 1450 (1968).
4. En *Disordered Materials, Science and Technology*, eds. A. Alder and B.B. Schwartz, Plenum Press, N.Y. (1991).
5. G. Kaempf, *Polymer J.* **19**, 257 (1987).
6. R.P. Freese, *IEEE Spectrum* **25**, 41 (1988).
7. M. Chen y K.A. Rubin, *Proc. SPIE* **27**, 1078 (1990).
8. D. Strand, J. González-Hernández, B.S. Chao y R.S. Ovshinsky, *Mat. Res. Soc. Proc.* **230**, 251 (1992).
9. J. González-Hernández, B.S. Chao, D. Strand y R.S. Ovshinsky, *Appl. Phys. Comm.* **22**, 1115 (1992).
10. P. Chaudhari, J.J. Cuomo y R.J. Gambino, *Appl. Phys. Lett.* **22**, 337 (1973).



Contaminación electromagnética no ionizante

Algunos equipos eléctricos —como los hornos de microondas, refrigeradores, computadoras y transmisores de FM y TV— emiten radiación electromagnética no ionizante que, si sobrepasa ciertos límites, puede ser nociva para los humanos.



Campo magnético de un dipolo superconductor diseñado para el colisionador LHC del CERN.

Hildeberto Jardón Aguilar

Generación de campos eléctricos y magnéticos

El concepto de campo es una ayuda visual para facilitar la descripción de la distribución espacial de

fuerzas. En el presente artículo nos restringiremos a las fuerzas eléctricas y magnéticas. Las cargas eléctricas son monopulares y pueden ser positivas o negativas. La elección de la polaridad es completamente convencional. La dirección y la intensidad del campo eléctrico son determinados por la distribución geométrica de las cargas que producen el campo (Fig. 1).

Un conductor de electricidad que lleve corriente produce campos magnéticos. A diferencia de los campos eléctricos, los campos magnéticos deben

El Dr. Hildeberto Jardón Aguilar es profesor titular y jefe de la Sección de Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav. Obtuvo su doctorado en el Instituto de Ingeniería de Comunicaciones Eléctricas de Moscú. Su campo de investigación son los sistemas de comunicaciones y electrónicos de alta frecuencia.

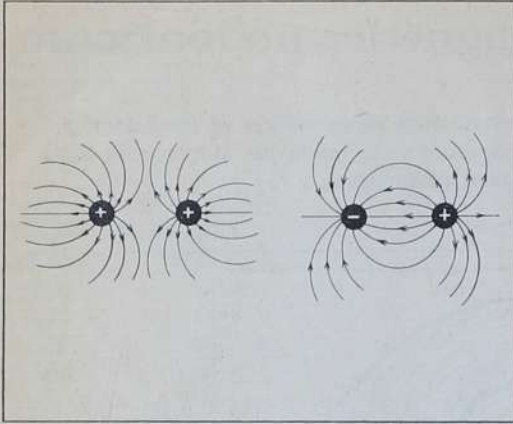


Figura 1. (a) Distribución del campo eléctrico para una combinación de cargas positivas. (b) Distribución del campo eléctrico para una combinación de cargas positivas y negativas.

describir una trayectoria cerrada. Una corriente eléctrica es simplemente un conjunto de cargas en movimiento. Si la corriente es directa (I), el campo eléctrico es uniforme y el campo magnético inducido (B) en un punto dado es constante en magnitud, aunque cambie de dirección en cada punto (Fig. 2). Si la corriente no es uniforme, por ejemplo si sigue una regla sinusoidal, el campo magnético resultante también cambiará sinusoidalmente.

Por otra parte, si un campo magnético variable es aplicado a un conductor, éste genera un

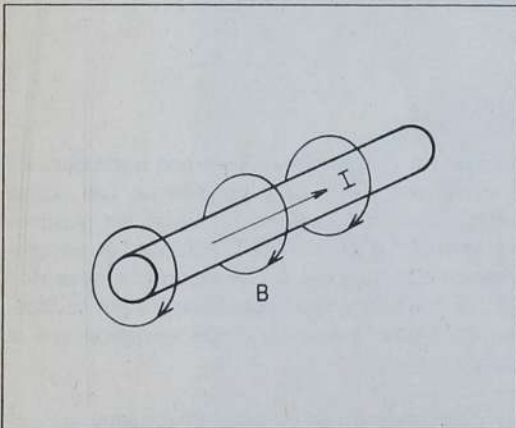


Figura 2. Campo magnético (B) producido por la corriente eléctrica (I) en un alambre.

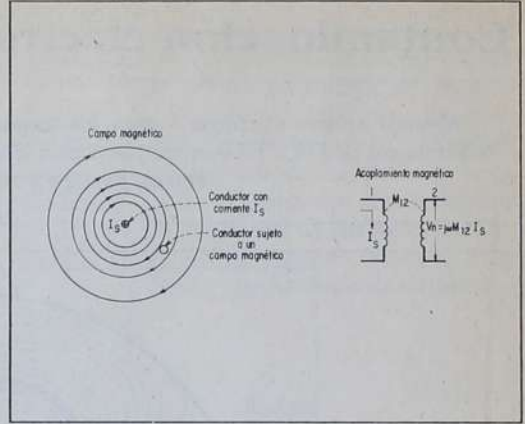


Figura 3. Representación física (a) y circuito equivalente (b) de la interacción de un conductor con un campo magnético.

campo eléctrico dentro del conductor para contrarrestar el cambio (Fig. 3).

Carga inducida y carga almacenada

Un objeto cargado, ya sea conductor o aislador, está encerrado en un campo eléctrico. Si un objeto cargado se trae a la vecindad de un conductor neutro, el campo eléctrico causará que las cargas balanceadas en el conductor neutro se separen (Fig. 4).

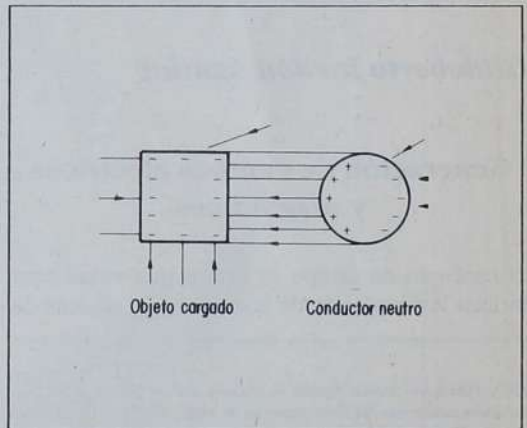


Figura 4.

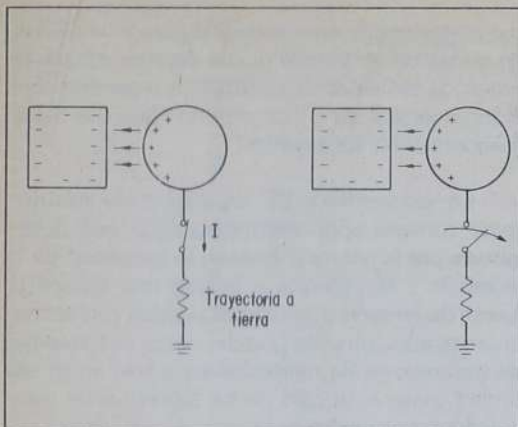


Figura 5.

Si un conductor se conecta a tierra, ya sea por una persona u otro objeto, se extraerá la carga del lado más alejado del objeto, dejando al conductor cargado. La inducción de carga se produce sin tener contacto con el objeto cargado. La conexión a tierra para producir la carga inducida puede ser de megahms (Fig. 5).

La carga acumulada en el objeto o en el cuerpo humano se almacena debido a la propiedad llamada capacitancia, que es una función del área del objeto. La capacitancia de los humanos

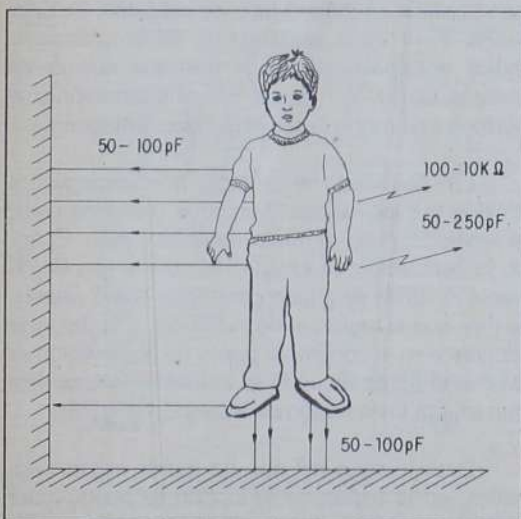


Figura 6.

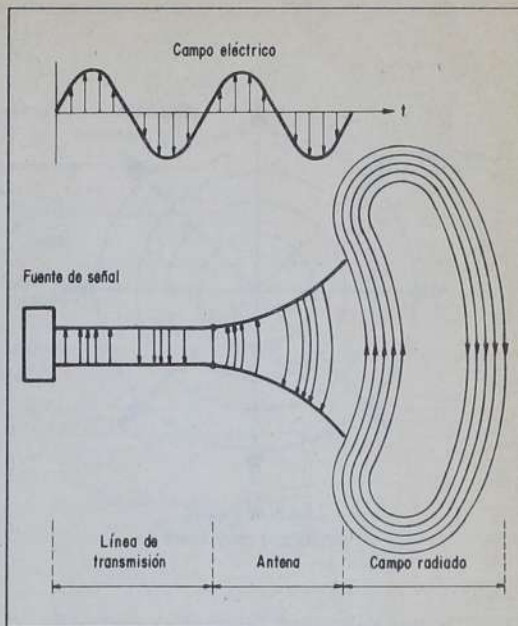


Figura 7. Radiación de una antena ideal.

puede ser del orden de 50 a 250 picofaradays (Fig. 6).

Campos electromagnéticos

Al circular corriente eléctrica por un conductor se generan campos eléctricos y magnéticos (campos electromagnéticos) que se emiten al espacio. La estructura que sirve como transductor entre campos electromagnéticos guiados (en materiales conductores) y campos electromagnéticos no guiados (en el vacío) son las antenas (Figs. 7 y 8).

Fuentes de contaminación electromagnética no ionizante

Todo dispositivo, equipo o sistema que emplea energía eléctrica para su funcionamiento es una fuente potencial de contaminación electromagnética no ionizante. Entendemos por contaminación electromagnética no ionizante aquella energía electromagnética radiada al medio ambiente en el intervalo de frecuencias de 0 a 300 gigahertz

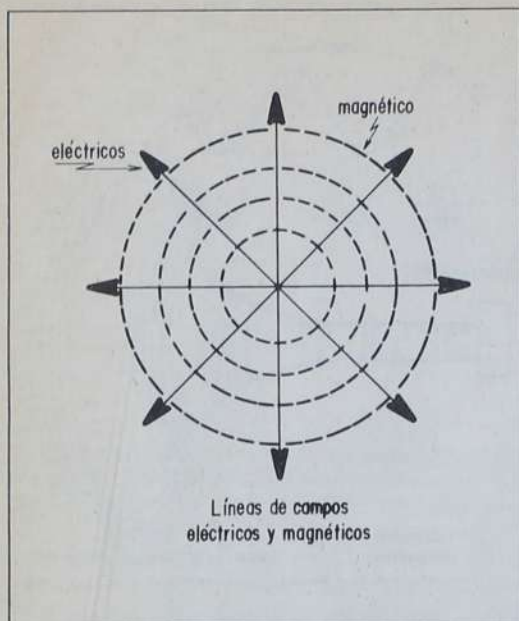


Figura 3. Emisión de campos electromagnéticos.

(GHz). Para frecuencias mayores, como en el caso de los rayos X o gama, la radiación electromagnética sí tiene la energía suficiente para ionizar los átomos del medio circundante.

La función principal de algunos equipos eléctricos es radiar energía, como es el caso de todos los transmisores de radiodifusión y de comunicaciones. La mayoría de los dispositivos eléctricos emiten radiación electromagnética sólo de manera incidental. Entre estos se cuentan los equipos de uso industrial (hornos de inducción, soldadoras de RF, procesadores de dieléctricos, hornos de microondas, equipo de diatermia) así como equipo de uso doméstico o de oficina (computadoras, planchas, cobijas eléctricas, refrigeradores, licuadoras, motores de combustión interna, equipo eléctrico de laboratorio, equipo electromédico).

La contaminación electromagnética no ionizante no es tan conocida como la contaminación del agua y el aire, ya que no se ve, se huele o se escucha; sin embargo, todo tipo de contaminación, si sobrepasa determinados niveles de tolerancia, puede ser dañina para los humanos. Además de afectar el funcionamiento de sistemas de radio-

comunicación, de equipo de cómputo y de oficina, en ciertas circunstancias puede detonar explosivos activados con sistemas electrónicos o generar condiciones explosivas e incendios en áreas con materiales altamente inflamables.

La característica de un dispositivo eléctrico como contaminador electromagnético está determinada por la potencia emitida, la frecuencia de la radiación y la distancia a la que está situada la fuente de emisión. Las fuentes pueden contaminar un área relativamente grande, como por ejemplo los transmisores de radiodifusión, o sólo en su vecindad como es el caso de los monitores de computadoras personales.

Mecanismos de acoplamiento de energía electromagnética

Si una onda electromagnética incide en un objeto conductor de electricidad, este objeto absorberá solo una parte de la energía incidente, el resto lo puede volver a radiar o únicamente lo reflejará y lo difractará.

Para estudiar los efectos de la contaminación electromagnética no ionizante, los mecanismos de acoplamiento de energía electromagnética se pueden clasificar en inductivos y de radiación. La diferencia entre estos mecanismos de acoplamiento radica principalmente en la distancia que existe entre la fuente (o fuentes) de contaminación y la persona que recibe la radiación electromagnética.

La densidad de energía electromagnética emitida por las fuentes disminuye conforme crece la separación con el punto de observación. Cuando la separación es lo suficientemente grande, el frente de onda se puede considerar como plano y se dice que la región es de radiación; si la distancia en donde se encuentra el punto de observación es tal que el frente de onda es todavía curvo, se dice que se está en la región de inducción (Fig. 9).

Dependiendo del tipo de fuente electromagnética, en la región de inducción se puede tener inducción eléctrica o magnética. Para fuentes con impedancia grande el campo eléctrico es dominan-

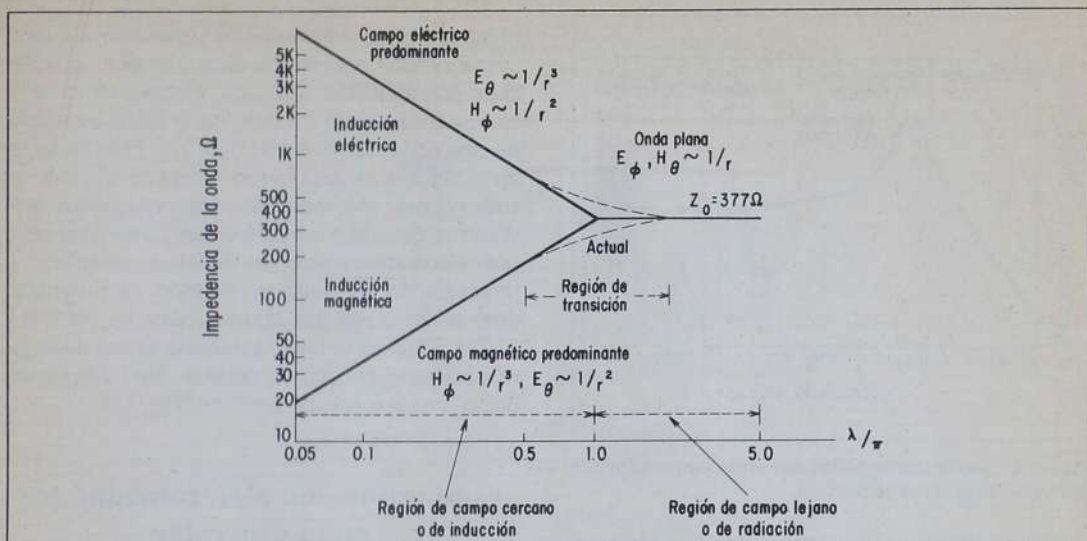


Figura 9. Regiones de inducción y radiación de una antena lineal.

te en su vecindad, mientras que en la vecindad de fuentes con impedancia pequeña el campo magnético es el dominante (Fig. 10).

Efectos sobre el cuerpo humano

La energía electromagnética absorbida por el cuerpo humano puede causar efectos térmicos y no térmicos. La cantidad de energía absorbida depende de la frecuencia, tipo de modulación y las condiciones ambientales (Fig. 11). Los efectos térmicos (elevación de la temperatura) tienen lugar en períodos cortos y a niveles relativamente altos de contaminación electromagnética. Los efectos no térmicos incluyen efectos biológicos inducidos en períodos largos de exposición y a niveles más bajos de exposición en comparación con los efectos térmicos. Un mismo efecto biológico puede producirse con intensidades bajas si la temperatura ambiente es mayor. Entre los diferentes efectos biológicos producidos por exposiciones de baja intensidad y de larga duración están algunas formas de cáncer, leucemia, cataratas, abortos y depresión.

Estándares internacionales

Existen grandes diferencias (de hasta mil veces) entre los estándares aplicados en varios países y de organismos internacionales sobre los niveles tolerables de contaminación electromagnética no ionizante. Las diferencias se deben a factores que involucran los efectos no térmicos (o sólo los térmicos).

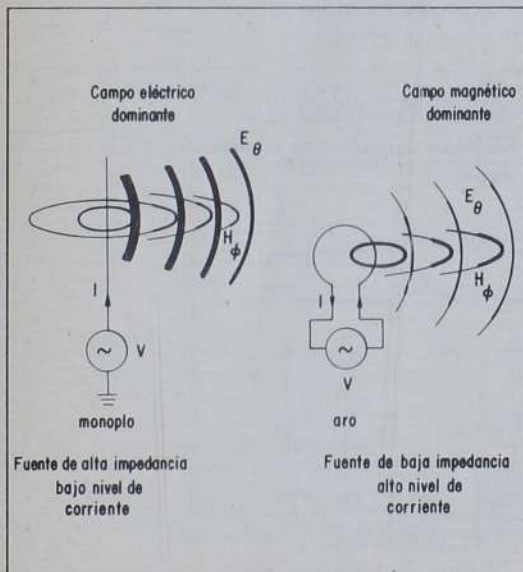


Figura 10. Fuentes de alta (a) y baja (b) impedancia bajo un nivel bajo y alto, respectivamente, de corriente.

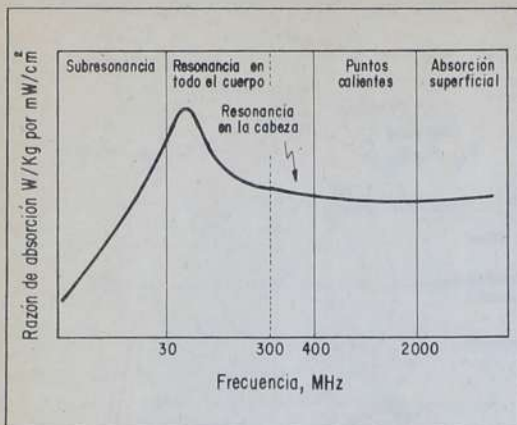


Figura 11. Niveles de absorción de energía electromagnética no ionizante por el cuerpo humano.

humanos en un ambiente con contaminación electromagnética no ionizante. Esta guía se ha establecido considerando sólo los efectos térmicos y corresponden a un máximo de la razón específica de absorción (SAR) de 0.08 W/Kg. Este límite es aplicable a una exposición completa de todo el cuerpo para una radiación electromagnética proveniente de una o varias fuentes, tanto para campos electromagnéticos modulados, continuos o promediados en cualquier periodo de 6 minutos durante 24 horas. En algunos casos (la exURSS y Arabia Saudita) se han establecido límites de seguridad para el público en general que incluyen aspectos de los efecto no térmicos (Fig. 12).

Contaminación electromagnética en el Cinvestav

Los niveles de contaminación electromagnética en el área de Zacatenco del Cinvestav son variables y dependen de las fuentes presentes: equipo electrónico de laboratorio, computadoras, osciloscopios, fuentes de alimentación, motores, analizadores de espectro, sistema de energía eléctrica, todas ellas son fuentes que generan contaminación en una área pequeña.

cos), el posible impacto en la economía del país en cuestión, la densidad poblacional y de fuentes intensas, o bien una falta de un entendimiento amplio sobre las interacciones biofísicas de la energía electromagnética no ionizante con los seres vivos.

La Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (IRPA) y el Comité Internacional sobre Radiación no Ionizante (INIRC) han establecido una guía para la exposición segura de

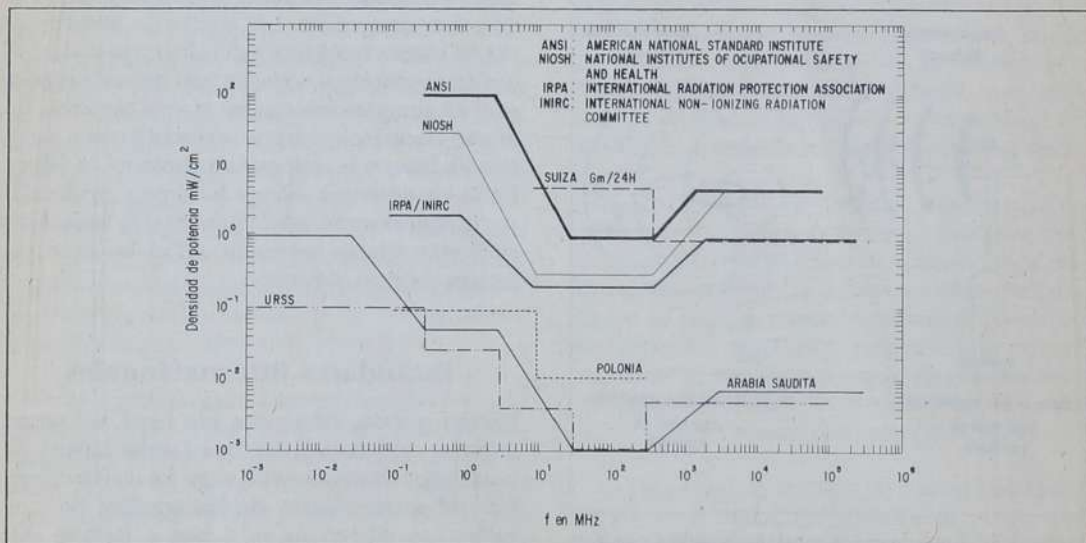


Figura 12. Límites de seguridad de radiación electromagnética establecidos en varios países.

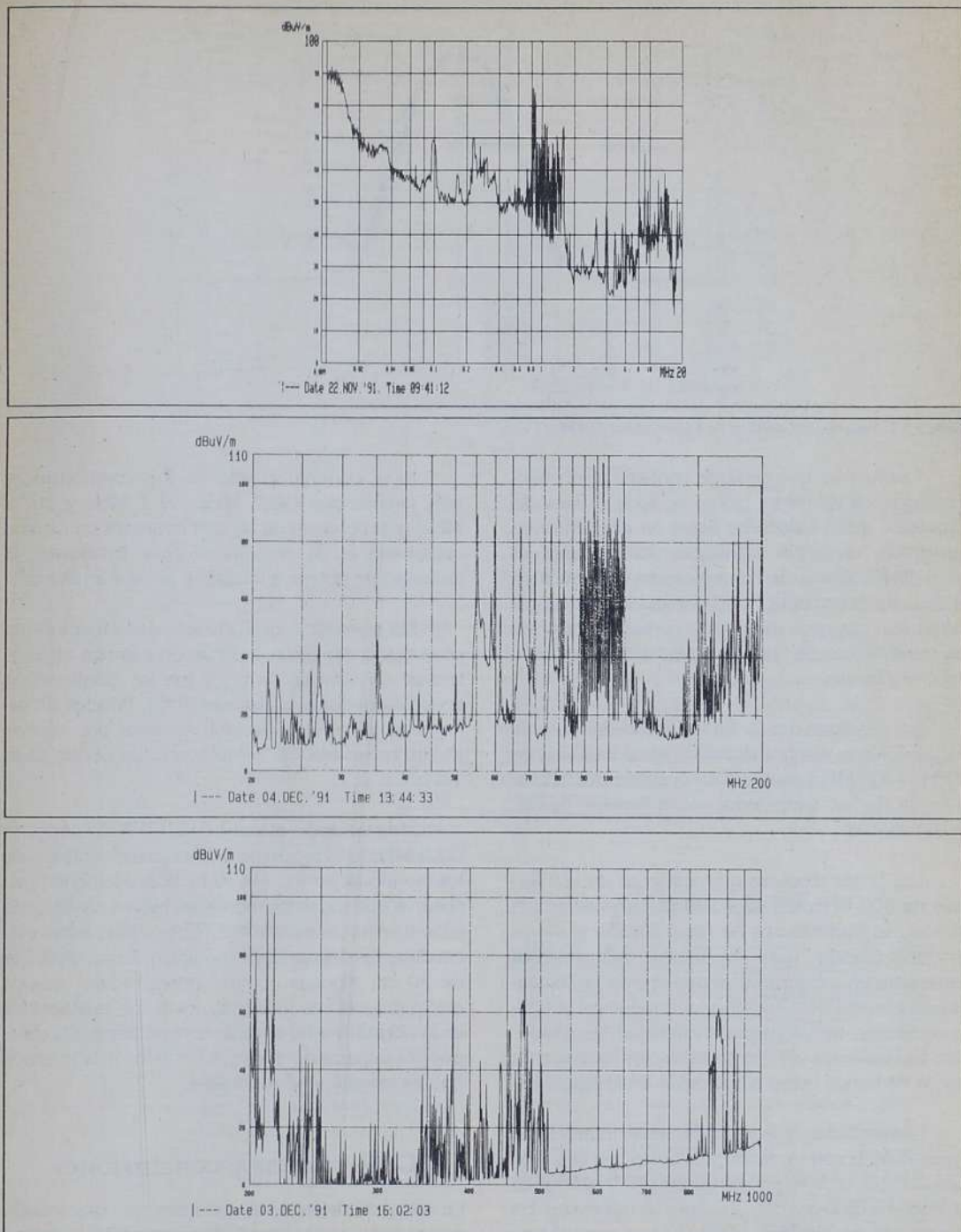


Figura 13.

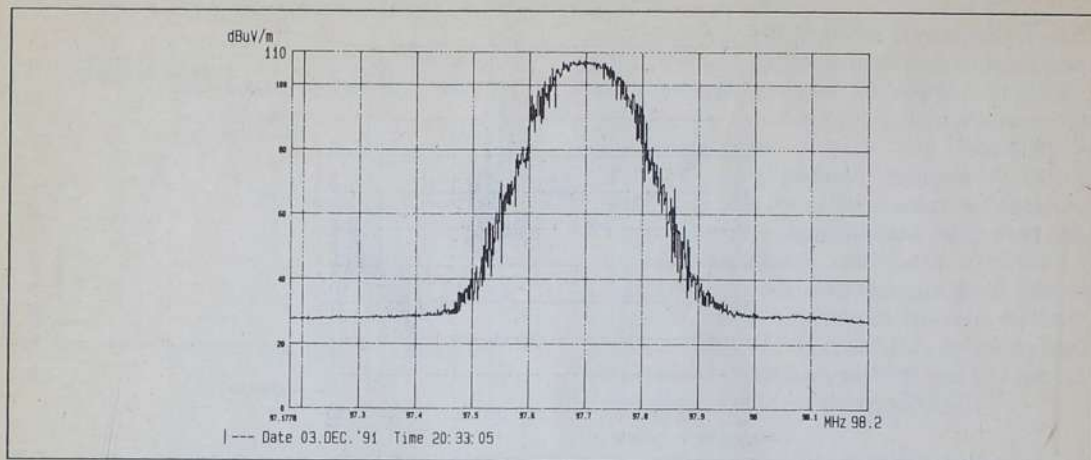


Figura 14. Espectro de emisión de transmisores de FM y TV.

Las fuentes que generan contaminación electromagnética en forma global en toda el área del Cinvestav están colocadas fuera de ella; entre las principales se puede mencionar: los transmisores de radiodifusión y de comunicación colocados en el área metropolitana, y en particular los que generan los más altos niveles de contaminación son los transmisores de FM y TV colocados en el cerro del Chiquihuite.

Se muestran en la figura 13 los niveles de contaminación electromagnética en el intervalo de 9 KHz-1000 MHz, medidos en el centro del laboratorio de Radiocomunicación de la Sección de Comunicaciones.

Las líneas discretas que aparecen en el intervalo de 600 KHz-900 MHz son radiaciones provenientes de transmisores de radiodifusión y de radiocomunicación. Las emisiones más intensas corresponden a transmisores de FM y de TV colocados en el cerro del Chiquihuite; aunque en la figura aparezcan como líneas, en realidad las emisiones provenientes de los transmisores ocupan un ancho de banda como el mostrado en la figura 14.

Las mediciones se realizaron en el intervalo de 9KHz-20MHz con un monopolo corto con polarización vertical; en la región de 20-200 MHz se empleó una antena biconica con polarización horizontal. En el intervalo de 200 MHz-1000 MHz, se empleó una antena logarítmica con polarización horizontal.

Si se consideran sólo las tres contribuciones más importantes (93.7 MHz, 97.7 MHz y 107.3 MHz) y la potencia de las componentes principales contenidas en la emisión de cada transmisor, la densidad de potencia incidente es de $\approx 2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

En los laboratorios pueden existir fuentes que potencialmente estén induciendo campos algo intensos; un ejemplo de estos son los monitores de las computadoras personales (PC). Niveles de intensidad de campo eléctrico emitidos por algunas PC de la Sección de Comunicaciones se dan en la Tabla I.

Si se extrapola el límite de la IRPA (67 v/m para 0.1-1 MHz) a la región de frecuencias de emisión de los monitores de PC (16 KHz, la fundamental), se observa que todos los monitores radían niveles más altos al límite propuesto por IRPA cuando están a 10 cm distantes del punto de medición. A una distancia de 30 cm algunas computadoras radían campos electromagnéticos más intensos a los establecidos en la norma, y a 50 cm sólo un monitor emite campos por la parte de atrás y a los lados más intensos que los recomendados por IRPA.

Comentarios y conclusiones

La vida moderna está íntimamente relacionada con el empleo de dispositivos, aparatos y sistemas que emplean energía eléctrica para su funciona-

Tabla I. Campo eléctrico (Epp/2 2), V/m

Com. No.	Posiciones	Distancia 1 (10 cm)	Distancia 2 (30 cm)	Distancia 3 (50 cm)
HP	Frente	380.15	64.965	19.351
modelo	Lateral	—	—	—
459456	Atrás	—	—	—
Printaform	Frente	207.335	38.702	13.822
modelo	Lateral	221.157	33.173	13.822
5710-II-5D	Atrás	41.467	11.058	9.952
BPM/XT	Frente	199.041	40.084	17.139
modelo	Lateral	635.826	157.574	63.583
BPM/ST	Atrás	856.989	234.979	85.698
IBM	Frente	138.223	26.262	10.505
modelo	Lateral	—	—	—
70386	Atrás	—	—	—
Televideo	Frente	118.871	13.822	4.976
modelo	Lateral	—	—	—
TPCIL	Atrás	—	—	—

miento y que son fuentes potenciales de contaminación electromagnética no ionizante. Esta contaminación puede generarse en un área relativamente grande como en el caso de los transmisores de radiodifusión, o en un área pequeña como es el caso de los monitores de PC. Aunque la contaminación electromagnética no ionizante no se huele, se ve, se siente, ni se escucha, eso no indica que no esté presente. Dispositivos aparentemente inocuos como el caso de los monitores pueden radiar en su vecindad energía que esté arriba de algunos límites establecidos por organismos internacionales. También a distancias relativamente grandes (≈ 2.0 km) los transmisores de radiodifusión pueden generar contaminación electromagnética más alta que los límites establecidos por ciertos países para seguridad del público en general.

La contaminación electromagnética no ionizante puede tener implicaciones tanto en la calidad de vida como económicas. Constituye otro tipo de contaminación que si no se controla puede llegar a niveles que afecten desfavorablemente la salud. El espectro de ondas de radio es un recurso natural benéfico, pero la contaminación asociada a él puede generar que los sistemas electrónicos, y en particular los sistemas de radiocomunicación, no operen como fueron diseñados y su uso no sea eficiente.

Debido a esta situación, sería deseable tener información experimental sobre los niveles de contaminación generados por las líneas de distribución de energía eléctrica y aparatos electrodomésticos de uso general disponibles en el mercado nacional, así como los niveles de contaminación en diferentes áreas de la zona metropolitana. De la misma manera sería conveniente que grupos de investigación estudien la interacción de energía electromagnética no ionizante en los seres vivos bajo las condiciones particulares de México.

Bibliografía

Se dan sólo las fuentes más significativas y en las cuales se pueden encontrar una gran cantidad de referencias:

1. ANSI. C95-1. 1982. American national standard safety levels with human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 300 KHz to 100 GHz.
2. Electronic world + wireless world, febrero y marzo de 1990, varios artículos.
3. Alta Frecuencia, julio-agosto de 1989, varios artículos.
4. John M. Osepchuk, "Biological effects of electromagnetic radiation", IEEE press, 1983.
5. H.A. Jardón y M. Roberto Linares, "Análisis de la influencia de las interferencias electromagnéticas indeseables sobre los sistemas de radiocomunicación", informe final del proyecto SCT-IMC 89/000C, 1990.
6. IEEE Trans on Education, agosto de 1991, varios artículos.

En memoria de Albert M. Grass

Juan García Ramos

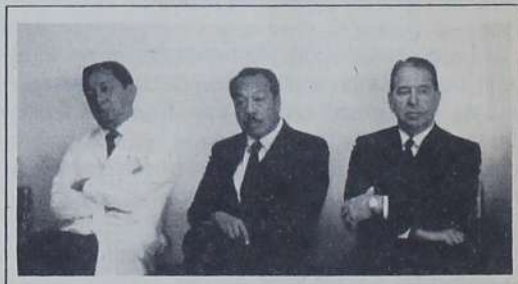
Ha caído un extraordinario amigo de México. Un hombre de excelentes cualidades. Surgió a la vida académica en los años 30 como encargado del taller de electrónica en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Harvard que dirigía el Profesor Walter B. Cannon. Muy pronto se ganó el aprecio de los electro-fisiólogos norteamericanos. Diseñó uno de los primeros electroencefalógrafos que utilizan galvanómetros de pluma. En el sótano de su casa de Quincy, Mass., empezó a construir estos aparatos para uso comercial. En corto tiempo agrandó su negocio para hacer, con las debidas pequeñas variantes, electrocardiógrafos polígrafos para el registro eléctrico de gran diversidad de fenómenos fisiológicos. Su pequeña fábrica pasó a ser, a partir de 1935, la internacionalmente famosa *Grass Instrument Company*. Desde el principio prestó ayuda técnica y económica a diversos laboratorios de investigación en fisiología. Más tarde, con la colaboración de su entusiasta, diligente y hábil esposa Ellen Robbie creó la Fundación Grass.

Ayudó de mil maneras a México, gracias a su gran amistad con Arturo Rosenblueth; obsequió equipo y partes para el Departamento de Fisiología del Instituto de Cardiología, para el del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, para el laboratorio de Fisiología de la Escuela Médico Militar, para el del Hospital Teodoro Gildred, así como para algunos investigadores particulares. Al Cinvestav, aparte del equipo de regalo señalado, la Fundación Grass patrocinó la visita de prestigiados investigadores que acudieron a impartir cursos y conferencias en el Departamento de Fisiología, por lo menos una vez al año a partir de 1963. Estas visitas anuales se formalizaron en 1970, ahora con el título de Profesor Visitante en Neurofisiología Arturo Rosenblueth. El Cinvestav mostró su agradecimiento por

medio de una placa de bronce colocada en el descanso de la escalera principal del Departamento de Fisiología. Pero la ayuda de la Fundación Grass no se limitó a esto. En muchas ocasiones pagó los gastos de asistencia a congresos y a cursos en el extranjero a varios de los estudiantes y miembros del Departamento de Fisiología. El nombre de la Fundación Grass figura en otra placa de bronce, junto con el de otros individuos o instituciones que han otorgado donativos al Cinvestav.

En los Estados Unidos, la Fundación Grass ha patrocinado a la *Society for Neuroscience* desde su creación hasta el presente. Ha otorgado becas a centenares de estudiantes, ha facilitado el equipo que se emplea en los cursos de verano del *Marine Biological Laboratory* de Woods Hole en Cape Cod y tiene establecido el premio Donald Lindsley en Neurofisiología Clínica.

Albert M. Grass fue un hombre de gran calidad humana, atento, amable, con gran sentido del humor. Fue un enamorado de nuestro país y para mí, un entrañable amigo. Su muerte representa una irreparable pérdida. Vayan estas líneas como un sincero homenaje que expreso en nombre del Cinvestav, de su Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, así como de su personal, junto con sentidas condolencias para su esposa Ellen R. Grass y sus dos hijos Robert y Hank.



A. Tohen, J. García Ramos y Albert M. Grass durante la penúltima visita de éste último a México (1967).

El Dr. Juan García Ramos, profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, formó parte de la planta de investigadores del Departamento de Fisiología del Cinvestav desde su fundación.

Perspectivas

Los físicos del Cinvestav: desempeño académico

Se presenta un primer intento de seguimiento académico de los egresados del programa de posgrado del Departamento de Física del Cinvestav.



Miguel Angel Pérez Angón

En México vivimos tiempos de evaluación de profesores y de programas de licenciatura y posgrado. Los comités asesores del CONACYT realizaron en 1991 una evaluación de los programas nacionales de posgrado¹ y cada institución de educación superior hizo lo propio con su planta de profesores e investigadores al ponerse en marcha los recién

creados programas de estímulos económicos. Sin embargo, en estas evaluaciones no se considera como factor importante el desempeño de los egresados de cada programa. Esto resulta natural, pues en nuestro ámbito el seguimiento de egresados es una práctica casi inexistente. En cambio, en las evaluaciones de universidades como las alemanas, inglesas o norteamericanas, el desempeño de los egresados resulta determinante².

El Dr. Miguel Angel Pérez Angón, profesor titular del Departamento de Física del Cinvestav y editor de *Avance y Perspectiva*, es físico egresado del ITESM y obtuvo su grado de doctor en ciencias (Física) en el mismo Cinvestav. Su campo de investigación es la física de altas energías.

En este artículo se presenta un análisis estadístico sobre las actividades académicas realizadas por los egresados del Departamento de Física del

Cinvestav. Se consideran algunos indicadores asociados a la frecuencia de publicación de artículos científicos, la formación de recursos humanos y su repercusión en el medio científico. Estoy consciente de que es posible utilizar mal un buen indicador³. No obstante, como ya lo demostró el gremio de los físicos mexicanos con las estadísticas actualizadas cada año en el *Catálogo de Programas y Recursos Humanos en Física*⁴, es posible incidir sobre el curso de iniciativas gubernamentales e institucionales si se cuenta con un conocimiento preciso del estado de desarrollo de nuestra comunidad.

La muestra

El propósito del presente estudio es valorar en sus justos términos la formación de nuevos investigadores que realiza una institución nacional, en este caso el Cinvestav, teniendo como referencia la realizada por instituciones del extranjero. Para ello se seleccionaron dos grupos de egresados del Cinvestav. Ambos grupos tienen en común haber terminado su programa de maestría en el Departamento de Física del Cinvestav: el primer grupo continuó y terminó su doctorado en el mismo Cinvestav, mientras que el segundo lo terminó en una institución del extranjero. En este contexto se espera que sea razonable hacer comparaciones estadísticas entre los dos grupos.

Entre 1963 y 1991 132 estudiantes obtuvieron su grado de maestría en este departamento. De este grupo, 42 concluyeron el doctorado en el mismo Cinvestav y 27 lo terminaron en el extranjero; además, del grupo original, 26 todavía están cursando su estudios doctorales (20 en el Cinvestav y 6 en el extranjero) y otros 34 egresados de la maestría no continuaron hacia el doctorado. De esta manera, la muestra de egresados del Cinvestav que seleccionamos para el presente análisis consiste de 52 doctorados en el Cinvestav (10 de los cuales obtuvieron el grado de maestría fuera del Cinvestav) y 27 que lo obtuvieron en el extranjero después de haber terminado la maestría en el Cinvestav. Las instituciones de procedencia de estos dos grupos de estudiantes se muestran en la tabla 1, con un porcentaje alto (58%) de instituciones localizadas fuera del área metropolitana de la ciu-

Tabla 1. Número de estudiantes graduados en el Departamento de Física del Cinvestav (Maestría y/o Doctorado) de acuerdo con la institución mexicana o país de origen y el grado con el que fueron admitidos al Cinvestav.

Institución/país	Licenciatura	Maestría
ESFM-IPN	39	2
UAP	20	1
UASLP	12	—
ITESM	11	—
UANL	9	—
UMSNH	6	—
FC-UNAM	5	—
UNISON	4	—
UIA	3	—
ESIME-IPN	3	—
UAM-A	3	—
UAM-I	3	—
USinaloa	2	—
Tec. Regionales	2	—
ITESO	1	—
Cinvestav (Química)	—	1
Argentina	1	1
EUA	—	2
Checoslovaquia	1	1
Chile	1	—
Colombia	—	1
Polonia	—	1
Suiza	1	—
El Salvador	1	—

dad de México y un 8% del extranjero. Creemos que no altera el espíritu del presente análisis el haber incorporado al primer grupo los 10 estudiantes que obtuvieron su maestría fuera del Cinvestav. Esto se debe a que para ingresar al programa de doctorado del Cinvestav tuvieron que aprobar un examen de candidatura, lo que permite hacer una equivalencia de sus estudios previos a los del programa de maestría del Cinvestav.

Tiempo efectivo de estudios

La Secretaría Académica del Cinvestav realizó en 1984 un estudio sobre los tiempos efectivos de estudio de los egresados de cada departamento. Se consideraron los egresados entre 1963 y 1984. En las figuras 1 y 2 se muestran por separado los his-

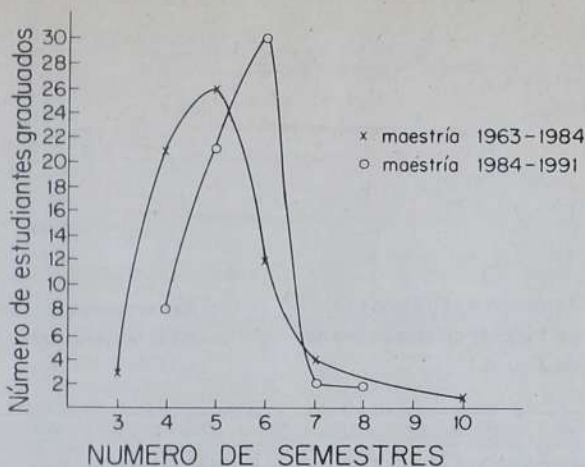


Figura 1. Distribución del número de físicos egresados del programa de maestría del Cinvestav, en los periodos 1963-1984 y 1984-1991, de acuerdo con el número de semestres que emplearon en terminar sus estudios.

togramas correspondientes a los programas de maestría y doctorado. También se presentan los histogramas para el periodo 1984-1991. Esta separación temporal de la información estadística nos permitirá comparar la eficiencia reciente de los programas de posgrado en física del Cinvestav.

El tiempo promedio de los estudios de maestría resultó ser de 2.3 años para el periodo 1963-1984 y de 2.8 años para el periodo 1984-1991. Aunque el incremento de seis meses en el tiempo promedio de estudios de los egresados más recientes del programa de maestría ya se consideraba

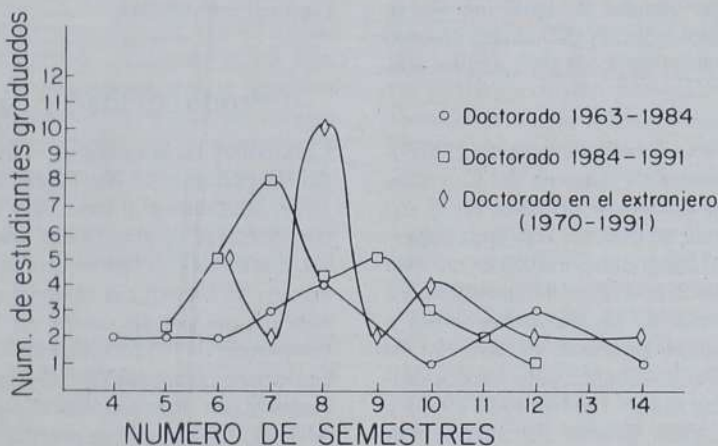


Figura 2. Distribución del número de físicos egresados de la maestría del Cinvestav que terminaron su doctorado en el mismo Centro, durante los periodos 1963-1984 y 1984-1991, o en el extranjero.

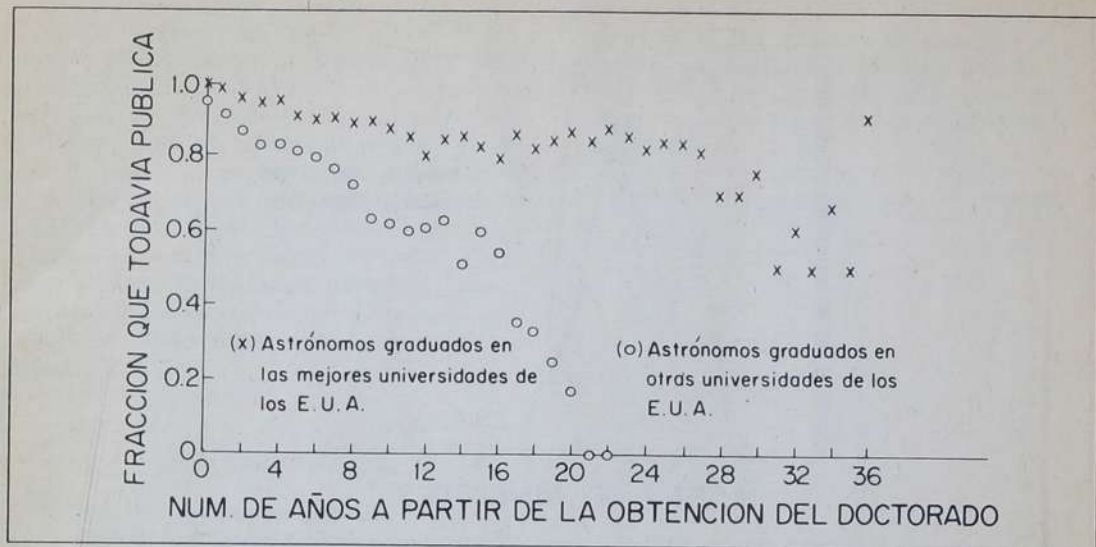


Figura 3. Fracción de astrónomos, doctorados en las universidades más prestigiosas de los EUA (cruces) y en el resto de universidades de este país (círculos), que aún publica artículos originales de investigación después de N años de haberse doctorado. La muestra consistió de 106 astrónomos del primer grupo y 94 del segundo⁵.

como una posibilidad, no es sino hasta ahora que se precisa de manera cuantitativa. Este incremento puede haberse originado por el evidente deterioro en el monto de las becas de posgrado, que lleva a los estudiantes a buscar fuentes extra de ingresos y dedicar menos tiempo a sus estudios. Como a los profesores también nos afectó el deterioro económico de la década pasada, de igual manera se puede asociar la prolongación del tiempo efectivo de estudios a un relajamiento de los controles académicos.

se en el extranjero se pueden explicar en términos del retraso natural asociado a la readaptación de los estudiantes a una nueva institución y a un nuevo sistema cultural. Desafortunadamente, no se conocen los promedios nacionales de los tiempos efectivos de estudio en los programas de posgrado y no es posible hacer una comparación con los promedios anteriores.

Productividad y constancia

En la figura 2 se sobrepuso además el histograma de los egresados de maestría del Cinvestav que obtuvieron su doctorado en física en el extranjero. Aun cuando se observa una gran dispersión en los tres histogramas incluidos en esta figura, con el fin de comparar los tiempos efectivos de estudios doctorales en los tres casos damos a continuación el tiempo promedio de terminación de estudios: 3.9, 3.5 y 4.3 años para los doctorados en el Cinvestav (1963-1984 y 1984-1991) y en el extranjero, respectivamente. Estos datos indican que, al contrario de lo que sucedió en el programa de maestría, el programa de doctorado del Cinvestav se ha ido afinando a partir de 1984. Por otro lado, los 4.3 años en promedio para graduar-

Con motivo de la celebración del XXX aniversario del Departamento de Física del Cinvestav en 1991, solicitamos a todos sus egresados que ya obtuvieron el doctorado nos enviaran sus currículos. Los datos estadísticos que se presentan en este artículo provienen del material recibido. La motivación principal se centra en hacer un análisis comparado de la productividad y constancia de los dos grupos de egresados (con doctorado en el Cinvestav y con doctorado en el extranjero) similar al realizado recientemente por Virginia Trimble⁵ para los astrónomos de los EUA. Ella encontró que los astrónomos graduados en las universidades de mayor prestigio tendían a publicar con mayor constancia y que continuaban publicando en su campo

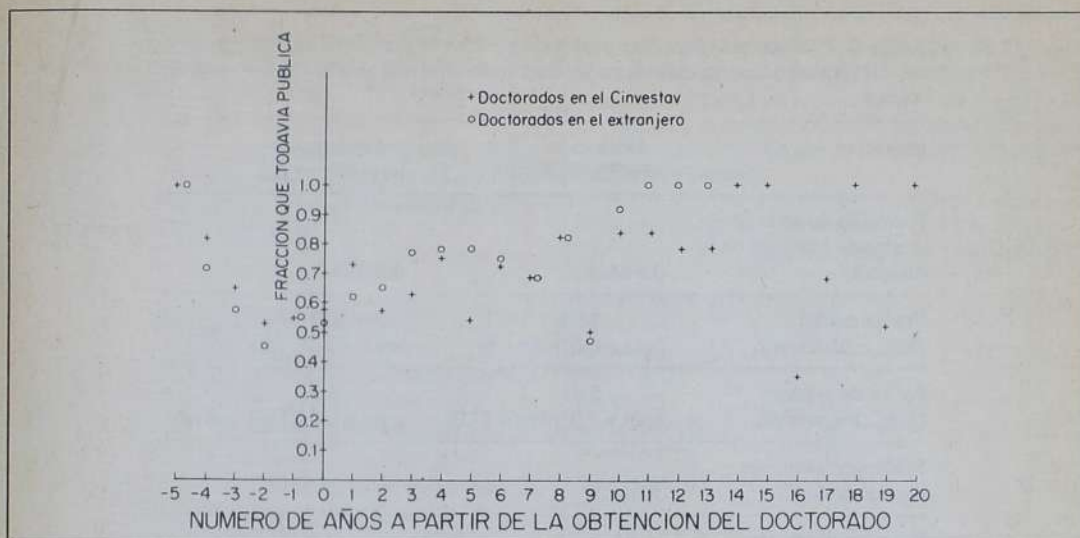


Figura 4. Fracción de físicos egresados de la maestría del Cinvestav, que obtuvieron su doctorado en el mismo Centro (cruces) o en el extranjero (círculos), que aún publica artículos originales de investigación después de N años de haber terminado el doctorado. Se consideraron los artículos publicados hasta 1990, inclusive.

durante casi el doble de tiempo que los astrónomos egresados del resto de universidades norteamericanas; en la figura 3 reproducimos sus resultados. En el eje horizontal se especifica el número de años medidos a partir de la obtención del doctorado de los astrónomos considerados. En el eje vertical se grafica la fracción de astrónomos que obtuvieron su doctorado N años antes y publicaron trabajos originales de investigación por lo menos ese mismo año. La gráfica resultante da una idea de la proporción de astrónomos que se mantiene activo en investigación N años después de haberse graduado. En la figura 3 se aprecia una separación clara entre los dos grupos de astrónomos. Con algunas reservas, esta diferencia se puede tomar como una medida de la mejor calidad educativa del grupo de universidades más prestigiosas de los EUA.

Con esta evidencia resultó irresistible la tentación de realizar una comparación similar para los dos grupos de físicos egresados del Cinvestav. Se puede objetar que los dos grupos no son del todo compatibles, ya que aunque tienen el mismo origen —egresados de la maestría del Cinvestav— los que obtuvieron su doctorado en el extranjero estuvieron expuestos a sistemas educativos muy

diversos. No obstante, decidimos continuar con el análisis con la finalidad de averiguar si los resultados despejaban nuestra eterna duda sobre la calidad de los programas de posgrado locales con respecto a los del extranjero. En este punto es conveniente aclarar que el espectro de instituciones del extranjero donde obtuvieron su doctorado este grupo de egresados del Cinvestav es amplio: EUA (U. California, Harvard, N.Y., Michigan, Connecticut, Lehigh, Indiana, Brown, Washington), Inglaterra (Oxford), Bélgica (Lovaina), RFA (U. Libre de Berlín, Dortmund, Bonn), Canadá (McMaster, Alberta), Brasil (Campinas) y Suiza (T. Zurich).

En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos para los dos grupos de egresados del Cinvestav. Se utilizaron los datos proporcionados por los mismos egresados en sus currículos y se consideraron únicamente artículos originales de investigación publicados en revistas con evaluación por el sistema de arbitraje. La primera observación que se desprende de esta figura es que no existe una separación bien definida entre los dos grupos. La oscilación en los datos finales de ambas figuras 3 y 4 se debe a que el número de egresados con mayor antigüedad es muy bajo y las fluctuaciones estadísticas no se amortiguan. En el caso de los

Tabla 2. Principales indicadores para los egresados el programa de maestría (Física) del Cinvestav que ya obtuvieron su doctorado en el mismo Cinvestav o en el extranjero.

Indicador	Doctorado en el Cinvestav	Doctorado en el Extranjero
Promedio de años para graduarse (después de la maestría)	3.8 años	4.3 años
Productividad Núm. artículos/año	1.55 (mín.=0.5, máx.=5)	2.2 (mín.=0.25, máx.=6.7)
Factor de impacto Núm. citas/artículo	5.4 (mín.=1.0, máx.=13.25)	6.2 (mín.=0.25, máx.=20.4)
Realizaron estancias posdoctorales*	30 de 39	19 de 22
<i>Núm. promedio de tesis dirigidas:</i>		
Licenciatura	4.1 (16 dirigieron tesis)	3.1 (12 dirigieron tesis)
Maestría	3.3 (15 dirigieron tesis)	3.8 (11 dirigieron tesis)
Doctorado	2.8 (8 dirigieron tesis)	2.3 (6 dirigieron tesis)
<i>Categoría del SNI**:</i>		
Candidato a Investigador	9	2
Investigador, N I	21	5
Investigador, N II	8	8
Investigador, N III	1	2
Premios de la AIC	—	3
Premios Weizmann	4	—

*No se incluyen los graduados recientes que tienen en trámite su entrenamiento posdoctoral.

**No se incluyen egresados que no pueden solicitar ingreso al SNI: radicados en el extranjero (8), incorporados a la iniciativa privada (2), jubilados (1) y fallecidos (3).

egresados del Cinvestav, en la figura 4 incluimos además la información correspondiente a los cinco años anteriores a la obtención del grado. La fracción de estudiantes que publica antes de doctorarse es importante (mayor que el 50%) y es una consecuencia de que en el Cinvestav un porcentaje alto (70%) de las tesis de maestría se publican en revistas con evaluación estricta. En el caso de las tesis de doctorado el porcentaje publicado es todavía mayor (95%), pero en algunos casos las fechas de publicación de los artículos generados

en las tesis no coinciden con los de graduación. Por este motivo la fracción de egresados que publica el mismo año de su graduación es menor (60%) en ambos grupos de egresados (figura 4).

La conclusión que se obtiene de la figura 4 es que los dos grupos de egresados publican con la misma constancia y se mantienen activos en su campo por lo menos durante el mismo tiempo después de su graduación. Comparados con los astrónomos de los EUA, la fracción de egresados del

Cinvestav activa es menor en los primeros años después de obtener el doctorado, pero se mantiene constante por más tiempo hasta igualar a los astrónomos estadounidenses después de 10 años de graduarse. Una comparación de los datos de las figuras 3 y 4 para un tiempo mayor a los 10 años no tiene sentido debido a la relativa juventud de los egresados del Cinvestav.

Otros indicadores

Con el propósito de contar con un mayor número de elementos de comparación entre los dos grupos de físicos egresados del Cinvestav, en la tabla 2 se especifican otros indicadores asociados a su productividad y factor de impacto en la investigación y la formación de nuevos investigadores. Según estos datos, los que obtuvieron su doctorado en el extranjero tardan en promedio seis meses más en graduarse que los doctorados en el mismo Cinvestav. Sin embargo, el primer grupo tiende a publicar (ligeramente) más artículos de investigación por año que son citados (factor de impacto) con mayor frecuencia en la literatura científica. En la formación de recursos humanos los dos grupos aparecen empatados, así como en sus posiciones relativas dentro del esquema del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En la misma tabla se incluyó la información sobre el número de veces que los dos grupos de egresados han sido distinguidos con dos de los principales reconocimientos académicos nacionales: el Premio de Investigación y el Premio Weizmann, ambos otorgados por la Academia de la Investigación Científica (AIC). Mientras que en el primer premio no ha sido distinguido todavía un físico egresado del doctorado del Cinvestav, ya lo han obtenido tres de los que obtuvieron su doctorado en el extranjero. Este mismo grupo no califica para concursar en la convocatoria del segundo premio, el Weizmann, ya que está restringido a los egresados de los programas de doctorado nacionales. No obstante, incluimos en la tabla 2 el número de veces que lo han obtenido los físicos doctorados en el Cinvestav. Creemos que esta última información resulta relevante, ya que de seis convocatorias que se han emitido del Premio Weizmann, en cuatro de ellas lo han obtenido egresados del programa de doctorado del Departamento de Física del Cinvestav.

Tabla 3. Distribución de los egresados del Cinvestav (que ya obtuvieron su doctorado en el mismo Cinvestav o en el extranjero) en algunos grupos de investigación de México y el extranjero. Entre paréntesis se indica el número total de investigadores con doctorado para cada institución mexicana.

Institución/país	Doctorados en el Cinvestav	Doctorados en el extranjero
CINVESTAV-DF (41)	21	9
CINVESTAV-US (3)	1	1
CINVESTAV-UM (5)	2	—
IF-UAP (21)	3	2
IC-UAP (1)	1	—
FCFM-AUP (13)	6	1
IF-UASLP (10)	3	3
IICO-UASLP (4)	—	2
IF-UGto (6)	4	1
ESFM-IPN		
Posgrado		
en Física (16)	3	—
IF-UNAM (120)	2	3
ICN-UNAM (16)	2	1
IIM-UNAM (47)	1	—
UAM-A (13)	2	—
EUA	3	4
Colombia	1	—

A favor de los dos grupos de egresados se debe mencionar que su factor de impacto es mayor que la media internacional (que es del orden de 4 citas/artículo⁶) y que su productividad científica también supera el promedio de los investigadores de todas las instituciones de los EUA (aproximadamente un artículo por investigador por año⁷). En particular, estos dos últimos resultados apoyan la política de contratación del Departamento de Física del Cinvestav, el cual requiere que los candidatos a incorporarse en forma definitiva a la planta de profesores realicen previamente una estancia posdoctoral de preferencia en una institución extranjera de calidad académica reconocida. Como se puede apreciar de los datos de la tabla 2, un porcentaje alto de los dos grupos de egresados realizó este tipo de entrenamiento posdoctoral.

En la tabla 3 se presenta la distribución de egresados de acuerdo con su adscripción en instituciones mexicanas y del extranjero. A partir de esta información se aprecia con claridad el fenó-

meno de *endogamia académica* —una planta de profesores generada a partir de los propios egresados— en el mismo Cinvestav y la contribución de los egresados del Centro al incipiente proceso de descentralización de las actividades de investigación en México. Sobre el primer fenómeno sólo se puede decir que es inevitable por ahora dado el carácter del Cinvestav como generador neto de nuevos investigadores.

En conclusión, la evidencia estadística presentada en este artículo avala el desempeño de los egresados del Cinvestav con doctorado realizado en la misma institución cuando se compara con un grupo similar de egresados con entrenamiento doctoral en el extranjero. Esperamos que el presente esfuerzo autocrítico sobre el desempeño de los egresados del Cinvestav sea seguido por otras instituciones nacionales. De ser así, la comunidad

académica tomará la iniciativa que le corresponde en el proceso de evaluación de los programas de posgrado nacionales.

Agradecimientos: Agradezco la colaboración de los egresados del Departamento de Física del Cinvestav.



Notas

1. Posgrado. Evaluación de los programas de posgrado de excelencia, editado por CONACyT (1991).
2. G. Herrera, *Avance y Perspectiva* 11, 83 (1992).
3. K.B. Wolf, *Bol. Soc. Mex. Fis.* 2, 11 (1988).
4. M.A. Pérez Angón, *Bol. Soc. Mex. Fis.* 5, 67 (1991).
5. V. Trimble, *Nature* 342, 11 (2 nov. 1989).
6. E. Garfield, *Current Contents* 18, Núm. 22, 5 (1978); 23, Núm. 33, 5 (1983).
7. Véase J. Flores y M. Pimienta, *Ciencia* 34, 19 (1983).





noticias del centro

El Presidente Carlos Salinas de Gortari entregó diplomas a egresados del Cinvestav

Notas Breves



En ocasión del XXX Aniversario del Cinvestav, el Presidente Carlos Salinas de Gortari hizo entrega simbólica de diplomas a los egresados que obtuvieron el grado de doctor o maestro en ciencias durante el año académico 1990-1991. La ceremonia tuvo lugar el 8 de junio pasado en la residencia oficial de Los Pinos y se entregaron 110 diplomas —28 de doctorado y 82 de maestría—.

En la ceremonia hicieron el uso de la palabra el Presidente Salinas de Gortari, el Dr. Feliciano Sánchez Sinencio, actual director del Cinvestav, y el Dr. Sergio Jiménez en representación de los egresados del Centro. En este número de *Avance y Perspectiva* se reproducen los textos de estas intervenciones. En particular, el Presidente Salinas de Gortari anunció la disposición de un fondo patrimonial de 7,500 millones de pesos para proyectos académicos y estímulos a los investigadores del Cinvestav.

Ma. Esther Orozco Orozco, Secretaria de Planeación del Cinvestav

Dentro del proceso de reestructuración del sector administrativo del Cinvestav, la Dirección del Centro nombró a la Dra. Ma. Esther Orozco Orozco como responsable de la nueva Secretaría de Planeación, al C.P. Roberto Peredo como responsable de la Secretaría de Recursos Financieros, y confirmó al Lic. Raúl Toscano Cortés como responsable de la Secretaría de Recursos Humanos.



En el Informe de Asignación de Recursos a la Ciencia, correspondiente al primer cuatrimestre de 1992, publicado recientemente por el CONACYT, destacan los siguientes datos relacionados con el Cinvestav. En el monto total asignado a proyectos de investigación, el Cinvestav ocupó el segundo lugar tanto en monto (10.2% de los \$26,306 millones de pesos asignados) como en número de proyectos aprobados (9.6% de 218 proyectos). En los apoyos otorgados a través del fondo de fortalecimiento a la infraestructura, el Cinvestav ocupó también el segundo puesto con 16.9% del total (\$46,542 millones de pesos), así como en el programa de fortalecimiento al posgrado nacional, donde el Centro recibió el 17.3% del apoyo total otorgado (\$5,817 millones de pesos) distribuido entre 15 programas de posgrado.





La Dra. Ma. Esther Orozco, profesora titular del Departamento de Genética y Biología Molecular, es química bacterióloga parasitóloga de la Universidad Autónoma de Chihuahua y obtuvo su grado de maestría y doctorado en ciencias (Biología Celular) en el mismo Cinvestav. Su campo de investigación está asociado al estudio de *Entamoeba histolytica*, en particular a la determinación de los factores moleculares que participan en su virulencia, las bases moleculares de su resistencia a las drogas y las diferencias moleculares entre cepas patógenas y no patógenas de esta amiba. Sus contribuciones científicas en estas líneas de investigación han sido cubiertas en 50 publicaciones en revistas con comité editorial y ha dirigido 15 tesis de licenciatura, 10 de maestría y 5 de doctorado. Es miembro del Sistema Nacional, Nivel II. Entre las principales distinciones académicas que ha recibido están el Premio Nacional Miguel Otero (1985), Beca Guggenheim (1988), Premio Fogarty (NIH de EUA, 1987), Donativo Howard Hughes (1991) y Premio Dr. Rosenkranz (1991) de la compañía Syntex.

Se integraron las comisiones dictaminadoras del SNI 1992-1994

De acuerdo con la norma establecida para renovar cada dos años la mitad de los miembros de cada comisión dictaminadora del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), se integraron las nuevas comisiones dictaminadoras que estarán vigentes en el periodo 1992-1994. De los 36 investigadores seleccionados en esta ocasión en las comisiones de las cuatro áreas en que está dividido el SNI, siete de ellos son profesores del Cinvestav. A continuación se citan los miembros de cada comisión, confirmados y de nuevo ingreso, incluyendo las siglas de su institución de adscripción y su especialidad de investigación.

Area I (Ciencias físico-matemáticas). Miembros confirmados: Jorge Flores Valdez, preside (CUCC-UNAM, física teórica); Leopoldo García Colín (UAM-I, física estadística); Luis G. Gorosti-



El Dr. Octavio Paredes López, profesor titular de la Unidad Irapuato del Cinvestav, recibió el pasado 8 de mayo el Doctorado Honoris Causa otorgado por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Es el primer doctorado de esta naturaleza que concede la UAQ y se otorgó al Dr. Paredes López por sus aportaciones en el campo de la biotecnología de alimentos.



El libro *Introduction to Stereochemistry and Conformational Analysis* (Wiley, 1991) del Dr. Eusebio Juaristi, profesor titular del Departamento de Química del Cinvestav, ha sido destacado por la revista *CHOICE* (abril 1991) de los EUA como un complemento excelente a otros textos en estereoquímica.



za (CINVESTAV, probabilidad); José Luis Morán López (IF-UASLP, física teórica del estado sólido); Luis Felipe Rodríguez Jorge (IA-UNAM, astronomía). Nuevos miembros: Ma. del Carmen Cisneros (IF-UNAM, física atómica y molecular); Cinna Lomnitz Aronsfran (IG-UNAM, sismología); Jorge Rickards Campbell (IF-UNAM, técnicas nucleares); Feliciano Sánchez Sinencio (CINVESTAV, física experimental del estado sólido).

Area II (Ciencias biológicas, biomédicas y químicas). Miembros confirmados: Gregorio Pérez Palacios, preside (INN, endocrinología); Marcelino Cerejido (CINVESTAV, fisiología); Armando Gómez Puyou (IFC-UNAM, bioquímica); Enrique Hong Chong (CINVESTAV, farmacología); Pedro Joseph Nathan (CINVESTAV, química). Nuevos miembros: Sergio Fuentes Moyado (IF-UNAM, catálisis); Ruy Pérez Tamayo (FM-UNAM, patología); Estela Sánchez Quintanar (FQ-UNAM, química); Ricardo Tapia Ibargüengoitia (IFC-UNAM, neurociencias).

Area III (Ciencias sociales y humanidades). Miembros confirmados: Luis Villoro Toranzo, preside (IIF-UNAM, filosofía); Larissa Adler Milstein (IIMAS-UNAM, antropología); José Moreno de Alba (IIF-UNAM, literatura y filosofía). Nuevos miembros: Luis Aguilar Villanueva (COLMEX, ciencia política); Orlandina de Oliveira (COLMEX, sociología); Marcos Kaplan (IIF-UNAM, derecho); Alvaro Matute (IIH-UNAM, historia); José Luis Reyna (COLMEX, Sociología).

AREA IV (Ingeniería y tecnología). Miembros confirmados: Leobardo Jiménez, preside (CP-UCH, agronomía); Rigoberto García Cantú (CINVESTAV, metrología); Armando Manjarrez (IMP, química); Daniel Reséndiz Núñez (CFE, ingeniería mecánica); José Ruiz de la Herrán (CUCC-UNAM, instrumentación). Nuevos miembros: Fernando Alba Andrade (IF-UNAM, instrumentación); Claudio Firmani (CI-UNAM, instrumentación); Octavio Paredes López (CINVESTAV, biotecnología de alimentos); Armando Shimada (INI-FAP, zootecnia).

Jaime Alvarez Gallegos, Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica

El Dr. Jaime Alvarez Gallegos fue nombrado Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica por un periodo de cuatro años, a partir del 1o. de junio de 1992, en sustitución del Dr. David Muñoz. El Dr. Alvarez Gallegos es ingeniero en comunicaciones y electrónica de la ESIME-IPN (1973), maestro y doctor en ciencias (Ingeniería Eléctrica) del Cinvestav (1974 y 1978). Se incorporó al Departamento de Ingeniería Eléctrica del Centro en 1976, donde es profesor titular y ha desempeñado el cargo de jefe de la Sección de Control Automático (1983-1985). Ha sido profesor



El Dr. **Magdaleno Medina Noyola**, egresado y exprofesor del Departamento de Física del Cinvestav, fue designado nuevo director del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (IF-UASLP) a partir del 2 de mayo pasado. El IF-UASLP fue fundado en 1956, tiene una planta de profesores de 10 investigadores con doctorado y 6 con maestría integrados en dos grupos de investigación en las áreas de la física estadística y del estado sólido. Además, ofrece los programas de maestría y doctorado en ciencias en la especialidad de la Física.





Vinetas Robert Wolf

visitante en el Imperial College en Londres (1985-1986); el CICESE en Ensenada, BC (1991-1992); el MIT, EUA (1977); el Instituto Politécnico de Grenoble, Francia (1978, 1987); el Instituto de Tecnología de Lund y la Universidad de Liukoping, Suecia (1983), así como en la Universidad de Roma, Italia (1989).

El campo de interés del Dr. Alvarez Gallegos es el control automático. Ha publicado 61 artículos de investigación y 27 reportes técnicos en esta especialidad. Ha dirigido 15 tesis de licenciatura, una de especialización, 18 de maestría y una de doctorado. Asimismo, ha realizado seis proyectos de desarrollo tecnológico e infraestructura y algunos de cooperación científica con grupos de investigación de Suecia, Francia, Italia, Holanda y los Estados Unidos.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica cuenta en la actualidad con 62 profesores y 120 estudiantes en sus programas de maestría, especialización y doctorado. Este departamento está estructurado en seis secciones: Control Automático, Electrónica del Estado Sólido, Comunicaciones, Computación, Bioelectrónica y Proyectos de Ingeniería.



El Dr. Miguel Ángel Pérez Angón, profesor titular del Departamento de Física del Cinvestav y actual editor de *Avance y Perspectiva*, fue distinguido con una de las dos Medallas Académicas 1992 que otorga anualmente la Sociedad Mexicana de Física (SMF) a físicos que se han destacado por su trayectoria académica. El Dr. Pérez Angón recibió dicha medalla por sus contribuciones en el estudio de las firmas experimentales de las partículas conocidas como bosones de Higgs y quark t , que son las dos únicas piezas por descubrir para confirmar de manera plena el modelo estándar de las interacciones electrodébiles. Asimismo, se reconoció su labor en la formación de nuevos investigadores y como divulgador y promotor de la ciencia. En este último caso sobresale su visión para fundar publicaciones de difusión (*Catálogo de Programas y Recursos en Física*, *Boletín de la SMF*, la nueva época de *AyP*), asociaciones científicas y reuniones académicas (División de Partículas y Campos de la SMF, Talleres de Fenomenología de Altas Energías). La segunda Medalla Académica 1992 de la SMF fue otorgada al Dr. Virgilio Beltrán del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

Graduados entre los meses de mayo y junio de 1992

Maestros en Ciencias

Odilia Pérez Avalos. Maestra en Ciencias en la especialidad de Biotecnología. 27 de junio. Estudio de las D-xilanasas y la β -xilosidasa producidas por *Cellulomonas flavigena* usando diferentes fuentes de carbono. Asesores: M. en C. María Teresa Ponce Noyola y Dr. Ignacio Magaña Plaza.

Diego Mendoza y Hernández. Maestro en Ciencias en la especialidad de Bioelectrónica. 25 de junio. Diseño y Desarrollo de un fotopotenció-

metro. Asesor: M. en C. Joaquín Remolina López. Se reincorporó a la planta de profesores de la ESI-ME-IPN.

José Antonio Terrón Sierra. Maestro en Ciencias en la especialidad de Farmacología. 19 de mayo. Cernimiento farmacológico de algunos análogos de la quipazina y del idorrenato. Asesores: Dr. Enrique Hong Chong y Dr. Carlos Miguel Villalón Herrera. Es auxiliar investigación en la Sección de Terapéutica Experimental del Cinvestav.

Victoriano Jesús García Fernández. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 20 de mayo. Completitud efectiva del cálculo proposicional: un enfoque en lógica formal. Asesor: Dr. Guillermo Benito Morales Luna. Se reincorporó a la planta de profesores de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UAP.

Flavio Reyes Ramírez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 5 de junio. Diseño y desarrollo de una máquina paralela de visión. Asesores: Dr. José Luis Gordillo Moscoso y Dr. Sergio Víctor Chapa Vergara.

Rafael Aguilar García. Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica. 18 de junio. Emulación de controladores lógicos programables. Asesor: M. en C. José Oscar Olmedo Aguirre.

Marco Antonio Jiménez García. Maestro en Ciencias en la especialidad de Educación. 12 de junio. Los cuerpos y las cosas de la enseñanza. Asesora: Dra. Rosa Nidia Buenfil Burgos. Se integró a la planta de profesores de la ENEP-Acatlán de la UNAM.

Juan Ocampo Soto. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 7 de mayo. La dimensión gráfica de los conceptos de límite y derivada: experiencia con profesores de matemáticas. Asesor: Dr. Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza. Se incorporó a la planta de profesores de la DGETI.

Jorge Rubén Villanueva López. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 7 de mayo. Sobre el proceso de modelación matemática en economía. Experiencia didáctica con alumnos del nivel superior. Asesora: M. en C. Rosa María Farfán Márquez. Se incorporó a la planta de profesores de la UAM-A.

María Elizabeth Vázquez González. Maestra en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 18 de mayo. Programa de apoyo para un curso de álgebra lineal (software de apoyo en la educación). Asesor: M. en C. Carlos Armando Cuevas Vallejo.

Miguel Díaz Chávez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 27 de ma-

yo. El curso de cálculo en la cultura del profesor de matemáticas la educación). Asesor: Dr. Jesús Alarcón Bartolucci. Es coordinador de la maestría en educación matemática de la Escuela Normal Superior del Estado de México.

Bertha Alicia Siller Alcalá. Maestra en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 4 de junio. Estrategias para el diseño de ítems de opción múltiple en matemáticas. Asesor: M. en C. Antonio Rivera Figueroa. Se incorporó a la planta de profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades Sur.

Teodoro Alvarez Rodríguez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 5 de junio. Acciones locales en el ITCM para la revisión permanente e implementación de los cambios curriculares de matemáticas para ingeniería: el caso de ingeniería industrial. Asesor: M. en C. Ignacio Garnica Dovala. Se incorporó a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Cd Madero.

Narcizo Martínez Guerrero. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 5 de junio. Acciones locales en el ITCM para la revisión permanente e implementación de los cambios curriculares de matemáticas para ingeniería: una propuesta metodológica. Asesor: M. en C. Ignacio Garnica Dovala. Se reincorporó a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Cd. Madero.

Raúl Garza Segura. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 22 de junio. La hoja electrónica en la enseñanza de las matemáticas (las cónicas en polares). Asesor: Dr. Fernando Antonio Hitt Espinosa. Se reincorporó a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Cd. Madero.

Luz María Marván Garduño. Maestra en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa. 26 de junio. Deducción en contextos geométricos vs. deducción en contextos no geométricos. Asesor: M. en C. Gonzalo Zubieta Radillo. Se integró a la planta de profesores del ITAM.

Pedro Ricardo López Bautista. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemáticas. 19 de mayo.

Lorenzo Gutiérrez Sambrano. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemáticas. 25 de mayo.

Manuel Jesús Tec Canche. Maestro en Ciencias en la especialidad de Matemáticas. 29 de junio.

Eugenio Sánchez Arreola. Maestro en Ciencias en la especialidad de Química Orgánica. 26 de junio. Aislamiento, elucidación estructural y estereoquímica de los constituyentes de *Stevia origanoides*. Asesor: Dr. Pedro Joseph-Nathan. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Juan Acosta Jimeno. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 1 de junio. Revisión de los métodos en uso para la obtención de hembras maduras de camarones del género *Penaeus*, con énfasis en las especies cultivadas en México. Asesor: Dr. Alejandro Flores Nava. Se incorporó a la planta de profesores de la Universidad Villa Rica en Boca de Río, Ver.

Felipe de Jesús Concha Alonzo. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Marina. 5 de junio. Balance de nitritos, nitratos, amonio, nitrógeno orgánico disuelto y nitrógeno partícula durante el intercambio de las mareas entre Golfo de

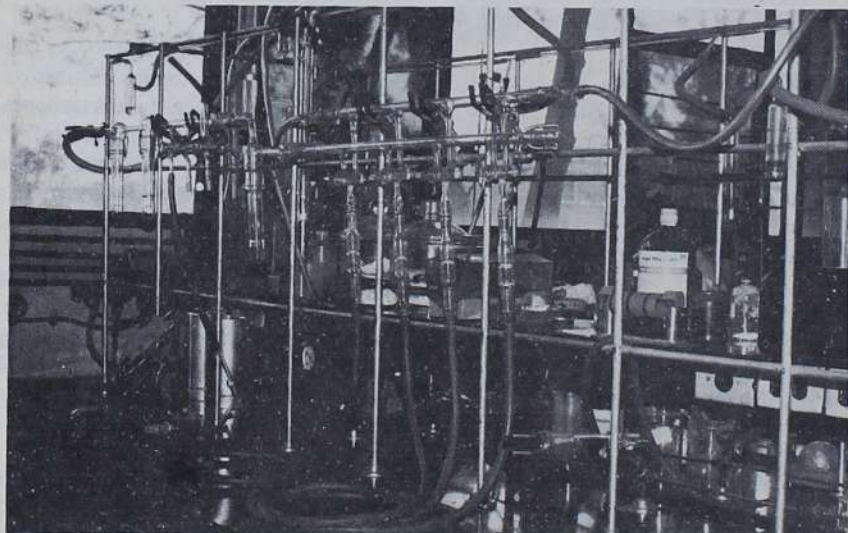
México y Celestún, Yucatán. Asesores: M. en C. David Sergio Valdés Lozano y Dr. Gerardo Gold Bouchot. Es jefe de la Estación de Investigación Oceanográfica de Campeche.

Juan Manuel de la Fuente Martínez. Maestro en Ciencias en la especialidad de Biología Vegetal. 29 de mayo. Obtención de plantas transgénicas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L. cv. *Xanthi*) resistentes a faseolotoxina. Asesor: Dr. Luis Rafael Herrera Estrella.

Doctores en Ciencias

María del Rocío Sierra Honigmann. Doctora en Ciencias en la especialidad de Bioquímica. 19 de junio. Potenciación de la respuesta a la activación del receptor antigénico en linfocitos T: Mecanismo de acción de la interleucocina 1. Asesor: Dr. Patrick A. Murphy. Continúa su entrenamiento posdoctoral en la Universidad Johns Hopkins de los EUA.

Ricardo Becerril Barcenás. Doctor en Ciencias en la especialidad de Física. 25 de mayo. Método de generación de espacio-tiempos cinco dimensionales. Asesor: Dr. Tonatiuh Matos Chassin. Continúa su entrenamiento posdoctoral en la Universidad de Texas en Austin.



Documentos

El CINVESTAV: ejemplo de excelencia académica

Versión estenográfica de las palabras del Presidente Carlos Salinas de Gortari, durante la ceremonia del XXX Aniversario del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, residencia oficial de los Pinos, 8 de junio de 1992.



Carlos Salinas de Gortari

Es para mí un honor acompañarlos en la celebración del XXX Aniversario de esta que es ya una prestigiada institución. El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Politécnico es uno de los mejores ejemplos de la excelencia académica que tenemos en México, y es prueba palpable de que la capacidad para formar y sostener instituciones de calidad, reconocidas a nivel mundial, se ha acreditado en nuestro país.

Por ello es de justicia reconocer a los prominentes científicos mexicanos que con una gran vi-

sión y talento hicieron posible la fundación de este Centro, en particular al doctor Manuel Cerrillo, su brillante promotor, y a su director fundador Arturo Rosenblueth, así como a todos los científicos que respondieron a su llamado y decidieron dedicar todo su empeño a la formación de un Centro como este, imprescindible para el mejoramiento constante del país.

Desde su fundación, el Instituto Politécnico Nacional había demostrado ser pieza importante en la construcción del México moderno; significó

fuelle destacada de los cuadros técnicos del país y un medio de mayor acceso a mejores niveles de vida para sus egresados.

Desde 1962, con la creación en su seno del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, el Politécnico ha hecho de la investigación científica un elemento esencial no sólo para el conocimiento y la docencia, sino también para el desarrollo científico y tecnológico del país; es un legado de la visión del Presidente Adolfo López Mateos y de don Jaime Torres Bodet, Secretario de Educación Pública.

Ejemplo de lo realizado por el Cinvestav son los muchos servicios que sus distintos departamentos de investigación vienen brindando al desarrollo de la industria, la medicina y la farmacología; al estudio del medio ambiente y de la ecología; a la ingeniería en todas sus especializaciones, y a la explotación de los recursos del mar y de la tierra, así como de la propia educación, entre otras muchas aportaciones.

En esto también mi más sincero reconocimiento a la iniciativa del Centro para descentralizar y ampliar sus unidades de investigación en el interior de la República, y para brindar alta capacitación y especialización a maestros e investigadores que, a su vez, transmitan sus conocimientos a los estudiantes más talentosos de diversas instituciones del país.

México necesita científicos y técnicos de primer nivel, comprometidos con el saber, con la docencia, pero sobre todo comprometidos con la nación. El trabajo que se realiza en el Centro ha alcanzado un merecido prestigio nacional e internacional, y muestra de ello es el gran número de premios nacionales y extranjeros que han recibido sus investigadores, cuya gran mayoría pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores. Por eso seguiremos apoyando al Centro y al Politécnico en su conjunto; fortaleceremos más cada año la educación superior pública y apoyaremos a los creadores de conocimiento que tanto necesita el país.

Por la importancia de los trabajos que realiza el Centro se ha dispuesto un fondo especial para proyectos académicos y estímulos a los investi-

gadores; se trata de un fondo patrimonial y se ha dado instrucciones al Secretario de Educación Pública para que se canalicen a él de inmediato 7 mil 500 millones de pesos, que coadyuvarán a fortalecer más al Cinvestav. Respondemos así al sentido reclamo de su comunidad.

Felicitó a los jóvenes investigadores, a sus familias, a sus amigos y maestros porque han logrado concluir una parte fundamental de su formación profesional. La calidad de sus estudios, la seriedad de su preparación, son la mejor garantía, junto con la recuperación del país, que abre nuevas oportunidades de que podrán cumplir sus aspiraciones personales, pero sobre todo que sabrán cumplirle a México.

El momento que vivimos es crucial para nuestro país, el progreso de México depende de todos, pero más responsabilidad tienen los que más oportunidades han recibido de nuestra nación. Por eso, jóvenes amigos científicos, los invito a seguir trabajando por el bien de su institución y por el futuro de México. Quiero que sepan que para ello contarán siempre con el apoyo del Presidente de la República.



El CINVESTAV: una institución de excelencia

Discurso del Dr. Feliciano Sánchez Sinencio en la ceremonia del XXX Aniversario y entrega de diplomas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Residencia oficial de Los Pinos, 8 de junio de 1992.



Feliciano Sánchez Sinencio

La acción reproductiva en los seres vivos se realiza por mandato biológico. Sin embargo, cuando los científicos formamos un nuevo investigador, existen otras componentes que han sido integradas al proceso de multiplicación. La fe en la ciencia es parte vital en la integración de las partes. Quienes han aprendido a generar el conocimiento científico, tienen la seguridad de que la ciencia hace crecer el espíritu, lo que ennoblece al hombre y a su socie-

dad. Esto motiva el deseo de transmitir el conocimiento y, más aún, la experiencia de aprender a aprender. Desarrollamos intenso proselitismo, aprovechamos todos los foros que nos son ofrecidos, todas las reuniones a que somos invitados, creamos situaciones que nos permitan la aproximación con la gente joven susceptible de seguir la carrera científica. El proceso es selectivo, la vocación individual juega el papel principal. Nuestro ofrecimiento es de muchos años de estudios y, a cambio, la esperanza de contar con una infraestructura adecuada para su desarrollo profesional, así como un salario decoroso sirviendo a su país.

El Dr. Feliciano Sánchez Sinencio es el actual director del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

No por miedo debemos dejar de mencionar que los investigadores recién formados y aquí presentes tienen calidad de exportación, pues la emigración será siempre una posibilidad. En este último caso se afectaría seriamente el futuro de nuestra cultura tecnológica. Sin embargo, las medidas adoptadas por usted, Sr. Presidente, al crear el fondo de repatriación en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, han dado resultados muy alentadores al respecto. Nuestro mercado es limitado, la carrera científica es seguida por aquellos jóvenes que descubrieron su vocación desde temprana edad o por aquellos que la tenían latente y fue activada por los misioneros científicos. Después de haber completado un promedio de 21 años de estudios, llegan nuestros egresados a esta ceremonia en la residencia oficial del Poder Ejecutivo. En nombre de los jóvenes investigadores que han concluido sus estudios en el año escolar 1990-1991 y que hoy son distinguidos al ser recibidos por usted, y en nombre de la comunidad del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN en este su trigésimo aniversario, deseo manifestar nuestro más sincero agradecimiento por esta recepción.

Sr. Presidente, bajo su liderazgo nuestras actitudes y tradiciones reinantes que son fuente de nuestro modo de ser, de hacer y de organizarnos, es decir, nuestras actitudes e intereses comunes de sociedad, van cambiando. Nuestra cultura se moderniza, lo cual está caracterizado por nuestra aceptación al experimento, al nuevo diseño y a las formas complejas. Usando los conceptos de Daniel Bell cuando se refiere a la cultura y la sociedad, podemos decir que en su gobierno nuestra disposición y voluntad para aceptar las expresiones innovadoras han aumentado.

Este cambio de actitud es particularmente importante para enfrentar la competencia internacional en la lucha por los mercados. La población del mundo se organiza en grandes bloques. Con gran visión, usted ha convocado a todos los habitantes de México para que nuestra sociedad alcance la altura de un país del Primer Mundo. A fin de conseguir este objetivo es incuestionable que un paso trascendental es proporcionar educación básica a toda la población mexicana. Apoyamos con gran convicción el Acuerdo Nacional para la Moderni-

zación de la Educación Básica, porque con él se logrará una educación de mayor calidad al dar un reconocimiento nacional al maestro mexicano y propiciar el trabajo solidario de maestros, alumnos, padres de familia, comunidad y autoridades. Porque con él se enaltece la carrera docente y los maestros percibirán mejores salarios en función de su preparación y desempeño profesional; y finalmente, pero no menos importante, porque con él ampliaremos la reserva de la comunidad científica del país.

Por otra parte, la industria de materiales ha visto impulsado su proceso de modernización con la creación de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. Esta Corporación, creada por usted a fin del año pasado y que trabaja en sociedad y en estrecha colaboración con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, nos ha permitido tener una salida para observar e interaccionar con el mercado de materiales. Esto permite que el laboratorio industrial que desarrollan conjuntamente la Corporación y el Centro oriente su investigación hacia necesidades reales del mercado nacional e internacional. Deseamos agradecer una vez más a usted la creación de la Corporación, lo cual, a medida que avanza el tiempo, facilita y hace más creativa nuestra vinculación con el sector productivo, además de que abre nuevas fuentes de trabajo para nuestros científicos interesados en el desarrollo tecnológico.

La importancia que el desarrollo de tecnología tiene en nuestros días queda en evidencia si buscamos cuál es la componente que da mayor valor agregado a un producto. Independientemente del capital usado en la fabricación y en la comercialización, podemos considerar que un producto tiene tres componentes: materia prima, mano de obra y tecnología. Un análisis detallado nos muestra que el precio real de la materia prima ha venido disminuyendo a través de los años; por otra parte, la cantidad de mano de obra en los productos modernos es considerablemente menor que en productos antiguos. No es difícil concluir que es la tecnología la componente de mayor valor agregado a un producto. Como ejemplo podemos tomar una computadora personal, donde el dominio del procesamiento de materiales da el



mayor valor agregado. Si pretendemos vender una computadora de hace diez años nos darán, en el mejor de los casos, una fracción irrisoria del precio original, a pesar de que nunca haya sido usada y a pesar de que la materia prima que la compone esté nueva y que la mano de obra involucrada no necesite mantenimiento alguno. El precio de una computadora cubre fundamentalmente el desarrollo tecnológico que se ha cultivado en los laboratorios industriales de la empresa productora.

A nivel nacional, es nuestra convicción que uno de los principales conceptos a ser transmitidos por nuestro Centro al sector productivo es que tecnología es cultura. La tecnología, al igual que un libro, una pintura famosa o una sinfonía, sólo se puede apreciar si existe cultura tecnológica, literaria, plástica o musical, respectivamente. Podemos decir con seguridad que la transferencia de tecnología sólo se da cabalmente cuando el que compra tiene la misma cultura tecnológica que el que la vende.

En el panorama internacional, el espacio más ampliamente usado para producir desarrollo tecnológico es el laboratorio industrial. A nivel nacional, entre otras industrias, la del petróleo y la eléctrica cuentan con laboratorios industriales. El

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN ofrece su colaboración para reforzar las plantas de investigadores existentes en los laboratorios industriales del país, además de su participación en proyectos científicos y de desarrollo tecnológico. El Centro puede ser el apoyo científico y técnico para consolidar y aumentar la eficiencia, calidad y productividad de los laboratorios industriales. La experiencia del Centro en la interacción con la industria ha sido acumulada fundamentalmente a través de la capacitación de recursos humanos en nuestro Sistema de Educación Continua. La ampliación del espectro de interacción favorece a los laboratorios industriales, al Centro y, consecuentemente, al país.

Satisfacer la aspiración de que México llegue al Primer Mundo requerirá, entre otras cosas, de un amplio desarrollo tecnológico. Esto último sólo será posible mediante la participación de un gran número de científicos. Hace unos momentos decíamos que tecnología es cultura. Si, además, coincidimos con Pasteur, en que hablar de ciencia y tecnología es sólo hablar de la ciencia y sus aplicaciones, podemos aceptar que la tecnología es la cultura de quien sabe aplicar la ciencia. En la actualidad, en México el número de científicos es alrededor de seis mil. Este número es pequeño si se

compara con la necesidad de desarrollo tecnológico que el país necesita. Consideramos que el aumento del número actual de egresados de nuestras universidades y centros de investigación es una necesidad que urge satisfacer. En estos 30 años de existencia hemos aprendido en nuestro Centro a generar nuevos conocimientos, es decir, sabemos hacer ciencia en México. De manera simultánea, hemos aprendido a transmitir este conocimiento, como queda evidente en la ceremonia que nos une el día de hoy. Nos comprometemos con la sociedad mexicana a educar y transformar en investigadores científicos a un número cada vez mayor de sus hijos. Inevitablemente, requeriremos de más recursos para superar las necesidades no atendidas en el pasado y para satisfacer las nuevas. Deseamos reconocer ante usted, Sr. Presidente, los importantes recursos que nos ha canalizado el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Asimismo, dentro del Sistema SEP-CONACYT encontraremos la sinergia donde el Centro, dada su excelencia y pertinencia social, colaborará en la tarea de hacer más eficiente el uso de los recursos. También allí, dada la competencia transparente por los fondos federales, estamos seguros de que recuperaremos nuestra antigua capacidad para desarrollar la infraestructura requerida por los jóvenes doctores que recién ingresan al Centro.

Podremos también contar con la capacidad para contratar el personal de apoyo necesario a las actividades de investigación, para establecer una red telemática, crear un fondo patrimonial, aumentar nuestro acervo bibliográfico, construir nuevos laboratorios, oficinas, salas de seminarios, descentralizar cada vez más nuestras actividades. Nuestras esperanzas son del mismo tamaño que nuestras necesidades.

Sr. Presidente, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional se sabrá desempeñar, crecer y mantener como una institución de excelencia y con pertinencia social, apto para competir por recursos ampliamente justificados dentro del sistema transparente de asignación de recursos establecido por su régimen. A usted solamente le pedimos conservar su fe en la ciencia, su política de atención a la problemática científica, su amistad con los científicos y el continuo impulso para que nuestro país alcance el alto nivel que merece. Por nuestra parte, nos comprometemos a participar profundamente en la modernización de la nación, continuaremos nuestra aproximación en forma creciente con la totalidad del sector educativo y productivo, todo esto con la finalidad de integrar a México al Primer Mundo. Cuenta usted con nosotros para el bien de nuestra Patria.

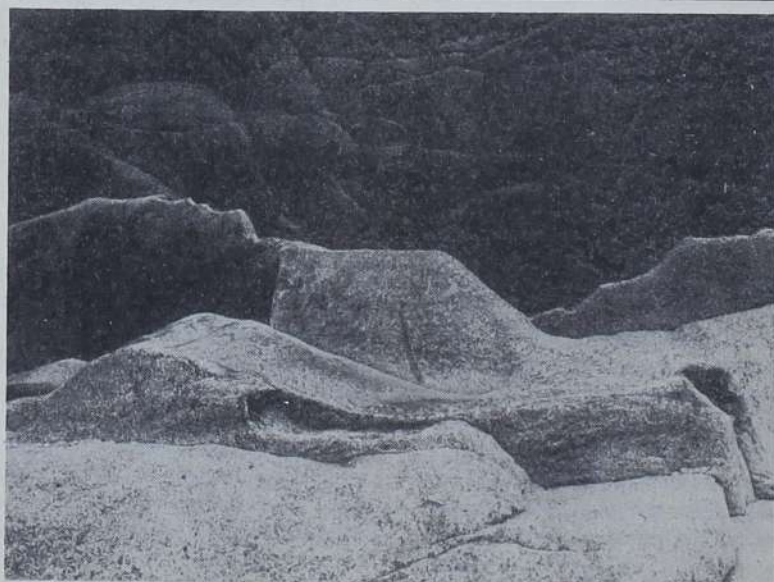


Foto Pierre Drillaud

Treinta años de frutos extraordinarios

Texto presentado durante la ceremonia de entrega de diplomas a los egresados del Cinvestav y del XXX aniversario de la institución, residencia oficial de Los Pinos, 8 de junio de 1992.

Sergio Jiménez Sandoval

Es para mí un honor el poder dirigirme a ustedes en esta ocasión en que celebramos el XXX Aniversario de la fundación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, y la entrega de diplomas a los egresados de nuestra institución en el período abril de 1990 a marzo de 1991. Digo "nuestra institución" porque los que hemos egresado de ella comprendemos el compromiso que representa haber estudiado en un centro de investigación como éste, que tiene programas de posgrado y realiza investigación de excelencia. Excelencia que ha sido el resultado del trabajo constante de varias generaciones de egresados que, como ustedes, hicieron fructificar el esfuerzo de muchos años de preparación en las aulas y laboratorios del Centro.

En mi caso, he tenido la oportunidad de ser testigo del desarrollo del Centro desde 1981, cuando realicé mi tesis de licenciatura en el Departamento de Física. Al año siguiente me enrolé en el programa del CONACYT American University y que consistía en realizar un curso propedéutico en Washington, D.C., para posteriormente ingresar a un programa de maestría en alguna universidad de los Estados Unidos. Eran años de bonanza, en los que el país podía destinar una cantidad razonable de recursos para la investigación en ciencia básica y tecnología. Dicho programa duraría sólo dos años, pues a raíz de la devaluación del peso, a mediados de 1982, el financiamiento a la ciencia sería reducido drásticamente. Por fortuna, gracias al saneamiento de la economía y a la atinada visión de la actual administración, esa tendencia ha sido re-

vertida y en la actualidad se están alcanzando los niveles de financiamiento que existían en 1980 y creo que todos los aquí presentes hemos palpado los beneficios de esta transformación.

En lo personal, puedo decir que las bases de mi formación como investigador fueron netamente adquiridas en el Centro durante el programa de doctorado que cursé en el Departamento de Física, donde obtuve el grado en septiembre de 1989. Al mes siguiente salí a realizar una estancia pos-



El Dr. Sergio Jiménez Sandoval es profesor adjunto del Departamento de Física del Cinvestav. Su campo de investigación es la física experimental del estado sólido.

doctoral de dos años en una universidad canadiense, lo cual significaba para mí una evaluación de la formación recibida en el Centro. Con base en esa experiencia, puedo asegurar a los compañeros que hoy reciben su diploma, que la calidad de la formación que se obtiene en el Centro se encuentra al nivel de las mejores universidades del mundo.

Recuerdo también con agrado lo satisfactorio que fue para mí escuchar de labios de algunos profesores e investigadores de otros países que el Centro era un lugar conocido para ellos, pues en algunos casos ya habían visitado alguna vez el Centro, mantenían colaboraciones con profesores, o bien lo conocían a través de publicaciones en revistas científicas de circulación internacional. Por ello, al terminar mi estancia posdoctoral no dudé en regresar e incorporarme a la planta docente del Centro y hacer el mejor de los esfuerzos para tratar de continuar con la tradición de excelencia y alta calidad académica que lo han caracterizado desde su fundación en el año de 1961.

Mi edad es comparable con los años de existencia del Centro, por lo que me atrevo a decir que en sus 30 años de vida es una institución joven que ha rendido frutos extraordinarios y que de nosotros depende que pase a la etapa de madurez con el mismo o aún mayor prestigio del que ahora goza en el ámbito científico internacional y nacional. Estoy seguro que los egresados aquí presentes, junto con el universo de maestros y docto-

res en Ciencias hasta ahora formados en las diversas especialidades que cultiva el Centro, habremos de seguir la línea de excelencia académica en la que hemos sido formados; y que tenemos el potencial de incidir profundamente en la tarea de promover la independencia científica, tecnológica y económica de México. Para ello será indispensable que podamos contar con el apoyo de las autoridades que delinean los derroteros de la investigación científica en nuestro país. En la actualidad, creo que es un sentir general que el rumbo ha sido corregido y los que participamos, y más aún, los que nos iniciamos en la investigación científica, esperamos que nuestro trabajo pueda rendir al máximo en beneficio de la sociedad mexicana a la que nos debemos, sin los grandes obstáculos que hasta hace algunos años representaba el hacer ciencia en un país con fuertes limitaciones presupuestales.

México requiere de un gran número de científicos en todas las áreas del conocimiento para fortalecer su desarrollo. El Centro es de las instituciones más productivas en la formación de investigadores de alto nivel en el país. Esta es una realidad de la que todos nosotros formamos parte y que nos recuerda también el compromiso que cada uno tenemos de continuarla, participando activamente en la formación de recursos humanos y haciendo nuestro mejor esfuerzo en cada una de las tareas que realizamos por el mejoramiento y prestigio de nuestra institución, así como por la prosperidad y engrandecimiento de nuestro país. ☺



Jorge Suárez Díaz: el filo de la innovación

Texto leído en la presentación del Ing. Jorge Suárez Díaz al recibir el Premio Nacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, de Comunicaciones, Electrónica y Ramas Afines 1991, en la residencia oficial de Los Pinos, 20 de abril de 1992.



Héctor O. Nava Jaimes

Jorge Suárez Díaz, a la vez que recibió una sólida educación familiar, se formó en las instituciones del sistema de educación pública del Estado Mexicano bajo los principios más generosos y nacionalistas para la formación del hombre; es, en consecuencia, un hombre de principios.

La vida profesional del Ing. Jorge Suárez Díaz es una de las más exitosas carreras en ingeniería de comunicaciones y electrónica en México. Su

obra se extiende por más de ocho lustros y tiene múltiples facetas: ha sido investigador, profesor de más de treinta generaciones de ingenieros, pionero introductor de la televisión en México, de las telecomunicaciones vía satélite, de la edición computarizada de periódicos, del diseño óptimo ayudado por computadora de sistemas de comunicación ionosférica, promotor de instituciones y probó funcionario público.

Un rasgo definitivo de su actividad profesional, marcada siempre por sus extraordinarias cualidades humanas, es que ésta se sitúa en el filo de la innovación. Es por eso que relatarla, aún muy sus-

El Dr. Héctor O. Nava Jaimes es Subdirector General de Investigación Aplicada del Instituto Mexicano del Petróleo en receso sabático del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav.

cintamente, es aleccionador (sobre todo para aquellos que de alguna forma han participado en el crecimiento explosivo de las telecomunicaciones y la electrónica: una de las tecnologías de mayor impacto en la segunda mitad de esta centuria).

Se inicia en la investigación en 1943, siendo estudiante de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica con el Dr. Manuel Cerrillo Valdivia. Publica con él un importante artículo sobre las "Funciones asociadas de las líneas de transmisión" y realiza investigaciones sobre los aspectos electromagnéticos de descargas eléctricas en relación a una de las teorías de Cerrillo sobre la interpretación electromagnética de las centellas.

En 1944 se inscribe su nombre en el cuadro de honor de la ESIME, por haber sido el mejor estudiante de su generación. Su tesis de ingeniería (1947) versa sobre un novedoso tubo electrónico, obteniendo mención honorífica en su examen profesional. La idea de generar con ese dispositivo cualquier señal eléctrica mediante la introducción en una válvula de vacío de electrodos de geometrías variables es audaz e innovadora. Han debido transcurrir varias décadas para que ahora nos parezca natural la síntesis electrónica de cualquier señal mediante las tecnologías aportadas por la microelectrónica y los procesadores digitales. Realiza estancias de especialización y de posgrado en diversas instituciones de los EUA, trabajando en los campos de las matemáticas, la radiación electromagnética y las antenas en la banda de ultra alta frecuencia, en el Instituto de Tecnología de Illinois. En el Departamento de Física de la Fundación Armour colabora en las investigaciones que propiciaron los desarrollos tecnológicos de nuevos materiales para la grabación de información en cinta y alambre magnético; su participación al lado del inventor de la grabación magnética con polarización de alta frecuencia, como se conoce en la actualidad, es notable.

En 1950 se especializa en televisión en el Centro Rockefeller, en Nueva York. Poco tiempo después realiza el diseño funcional de la primera estación de televisión comercial en la Ciudad de México y la pone en operación. En 1958 realiza una estancia en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde se especializa en Teoría de las Telecomunicaciones. A su regreso se ocupa de la

dirección técnica de la Comisión de Telecomunicaciones y Meteorología de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Allí se diseña bajo su dirección un sistema de radares para la vigilancia y protección del sureste de la República y de su frontera sur. Diseña, desarrolla y construye una estación meteorológica electrónica automática, la primera en México y América Latina, con más del 95% de integración nacional. Esta realización merece una visita técnica del Dr. White, director en ese entonces de la Oficina Meteorológica de los Estados Unidos, quien señala a sus técnicos que le acompañan que ese es el tipo de estación, compacta y versátil, que deberían adoptar en su dependencia y no la que ellos estaban realizando. Igualmente realiza investigaciones sobre avanzados sistemas de comunicación y telemedición para los cohetes meteorológicos que desarrollaba entonces la Comisión Nacional del Espacio Exterior de la misma Secretaría, experiencia coheteril alentada por Walter Cross Buchanan que se pierde cuando, desafortunadamente, se decidió que dicha comisión habría de desaparecer.

Siendo director general de Telecomunicaciones, dentro de su ambicioso Plan Nacional de Telecomunicaciones (plan a cinco años) se construye en sólo dos años, con motivo de los Juegos Olímpicos de 1968, la red nacional de microondas, con más de 13,500 kilómetros de rutas, más de 270 repetidoras y cerca de 80 estaciones terminales, entre las que destaca la de la Torre Central de Telecomunicaciones; en sólo ocho meses dirigió la construcción de la estación terrena de Tulancingo. Estos trabajos, realizados bajo las especificaciones y dirección de Suárez Díaz, permiten la difusión mundial de la Olimpiada de la Cd. de México y la de la Copa del Mundo de 1970. Se contempló adicionalmente la red de estaciones radio eléctricas costeras, la ampliación de la red nacional Telex, una red de estaciones meteorológicas, un red para las comunicaciones y la radionavegación aérea, una red para el monitoreo y control de estaciones radioeléctricas, un laboratorio de investigación, una red de enlaces a base de cables coaxiales en la ciudad de México (no existía aún la fibra óptica) y un sistema nacional de televisión educativa.

En 1978 termina en Novedades Editores el Sistema Editorial Electrónico Automático para la

producción de periódicos y revistas, el primero de su clase en América Latina.

Ese mismo año es invitado para ocupar en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN la cátedra Teleindustria Ericsson, la primera financiada por la industria, en la categoría de profesor titular. En la década de los ochenta realiza en esta institución diversas investigaciones y desarrollos tecnológicos, entre los que destaco solamente el "Diseño e implementación de un método de utilización de bandas de frecuencias para minimizar el número de canales de comunicación y determinación de los tiempos de disponibilidad de enlace entre estaciones de grandes sistemas de comunicación vía la ionósfera", realizado para Petróleos Mexicanos; el diseño y construcción del "Sistema electrónico computarizado de supervisión global de la red federal de microondas" para la SCT, y el macroproyecto que ha promovido desde hace algunos años, en el que bajo el tema general "Telecomunicaciones y urbanismo" postula la importancia del transporte de información por telecomunicaciones en lugar del movimiento de vehículos y de personas; esto es, la informatización de la sociedad. Ya en algunos países se han puesto en práctica a nivel piloto estas ideas.

El rápido recorrido sobre las importantes y audaces experiencias tecnológicas de nuestro maestro en los últimos cuarenta años me permite hacer dos reflexiones. (1) Este acervo le ha permitido inculcar a cerca de mil ingenieros que han recibido su enseñanza y su ejemplo uno de los valores trascendentes de la ingeniería: la vivencia emocional de valorar la importancia del trabajo para la solución de los problemas nacionales, vivencia que parece menospreciarse en algunos centros de enseñanza superior o de investigación nacionales. (2) Su trayectoria profesional es una muestra de que la innovación es un proceso interactivo y acumulativo. Puesto que el desarrollo tecnológico requiere de *know hows* múltiples y complejos, la importancia de la noción de interrelación es decisiva. En cuanto al aspecto acumulativo, se explica porque la tecnología se apoya día a día sobre los avances científicos, de manera que procede y progresa por acumulación de conocimientos. El desempeño profesional de Suárez Díaz trasciende la tesis muy común de que la innovación es una etapa inicial de un movimiento mecá-

nico y lineal de sentido único, que conduciría de la investigación fundamental a la producción industrial por medio de un simple mecanismo de difusión. Tal pareciera que hasta no tener integralmente acabada la capacidad generadora de conocimientos podríamos tener un desarrollo tecnológico propio. Suárez Díaz ejemplifica lo que representa apoyar una investigación orientada al desarrollo endógeno: "Esa capacidad de poner en uso para fines propios y con los medios propios los conocimientos científicos y el saber hacer que en tan grandes cantidades ha acumulado la humanidad hasta la fecha", capacidad que debe ser inherente al quehacer del ingeniero.

Referirme específicamente a su actividad formadora de ingenieros y técnicos sería muy prolijo. Solamente señalaré que en septiembre de 1953 la revista *Ingeniería Mecánica y Eléctrica* publica uno de sus artículos más importantes sobre la educación técnica: "La conveniencia de establecer una Escuela Superior para formar catedráticos de enseñanza técnica (de alto nivel) y un Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas Asociado". Cuando es nombrado director de la ESIME en 1955, se propone llevar a cabo sus ideas: rompe inercias, actualiza planes y programas de estudios de la carrera de ingenieros de comunicaciones y electrónica, mejora los laboratorios y establece una vinculación real entre la escuela y la industria, obteniendo entre otros buenos resultados aceros especiales en el horno eléctrico de uno de sus laboratorios. Participó con esas ideas en las etapas preliminares de la concepción del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, pero en el momento de la creación del CINVESTAV, 1961, se consideró oportuno orientar la actividad institucional sobre todo al cultivo de las ciencias básicas, retardando el florecimiento de las áreas tecnológicas; situación que fue cambiando algunos años después al incorporarse en el Departamento de Ingeniería Eléctrica varios de sus alumnos graduados en el extranjero.

Suárez Díaz desempeña sus actividades en este Centro desde 1978. Al invitársele a formar parte de su plantilla académica se consideró —y los ejemplos de lo que pasa actualmente en los países desarrollados dan razón del acierto— que una institución como el CINVESTAV es el lugar so-

cialmente privilegiado para la formación de una base amplia de "conocedores tecnológicos" y el desarrollo de la tecnología. Además, que una ciencia nacional tiene que traducirse en aplicaciones tecnológicas, en mejoras a los procesos de producción, en mejores servicios, en innovación y desarrollo locales en materia de tecnología; en suma: en un mayor bienestar social.

La vida y obra del ingeniero y maestro Suárez Díaz ha estado enmarcada siempre bajo esos paradigmas. Hoy, al hacérsele acreedor del "Pre-

mio Nacional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de Comunicaciones, Electrónica y Ramas Afines, 1991", el Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas hace eco de la distinción que el Gobierno de la República le otorgó con el Premio Nacional de Ciencias en Tecnología y Diseño en 1984.

Estas distinciones honran el Estado y a la sociedad civil, y refuerzan nuestra voluntad perenne por fortalecer y mejorar nuestro sistema de educación pública: laica, nacionalista y profundamente humanista.



20 SEMINARIO INTERNACIONAL

SOBRE

INGENIERIA DE PROCESOS
BIOLOGICOS

CURSO-TALLER

"PROCESOS DE SEPARACION Y
PURIFICACION EN BIOTECNOLOGIA"

2-13 de noviembre de 1992 Cd. de México

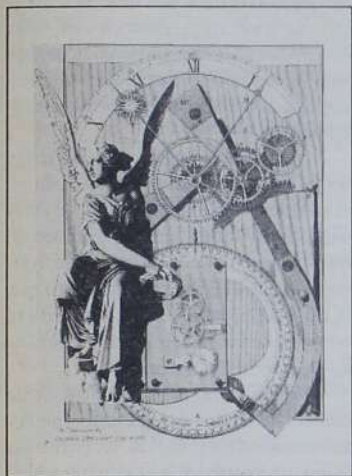
Charles Cooney, MIT; Stuart Builder,
Genentech; M. de la Torre, I. Magaña,
L. Flores, CINVESTAV;
Sergio Sánchez, UIA;
Eliás Razo, IMP.

INFORMES:

M. de la Torre,
P. O. Box 14-740,
Cd. de México,
Tel 752 06 77 ext. 3933
Fax. 752 05 90



libros y revistas



"The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason", P. Bourdieu, *Soc. Sci. Inform.* 14, 19 (1992).

María de Ibarrola

"La sociología de la ciencia —dice Pierre Bourdieu en este pequeño y realmente concentrado artículo sobre el tema— descansa en el postulado de que la verdad objetiva del producto, aun en el caso de ese producto tan particular como es la verdad científica, reside en el tipo particular de condiciones sociales de producción, o más precisamente, en un determinado estado de la estructura y funcionamiento del campo científico. El universo *puro* de la más *pura* de las ciencias es un campo social como cualquier otro, con su distribución de poder y sus mono-

polios, sus luchas, sus estrategias, sus intereses y ganancias, pero es un campo en el que todas estas invariantes adquieren formas específicas".

En el lenguaje abstracto, muy complicado y hasta pedante que lo caracteriza, este renombrado sociólogo francés propone seis postulados que levantan no pocas ampollas entre quienes defienden la *pureza* y el *desinterés* entre los científicos. Da también bases suficientes para cuestionar la *objetividad* que algunos científicos quieren atribuir a los procedimientos de evaluación de su propio trabajo. La contribución realmente importante del autor es que supera la oposición entre los análisis internalistas o immanentes de la ciencia, vistos como el objeto de los epistemólogos, y los análisis externalistas que la relacionan con las condiciones sociales de su aparición. Para este autor la capacidad técnica del científico es inseparable de su poder social. De ahí que este binomio sea el que constituye la "competencia científica".

A pesar de lo oscuro y difícil de su redacción, el texto resulta sumamente valioso porque da las bases para lograr una explicación fructífera de la compleja interacción entre los *intereses* científicos y los intereses políticos y sociales al interior del campo científico específico. De esta manera, se evita el salto mortal en el que muchos sociólogos de la ciencia han caído al intentar explicar la relación entre un descubrimiento, un método, una moda científicos y ciertas condiciones políticas y sociales generales a escala de la sociedad más grande, sin atender a las complejas mediaciones que permiten sostener la existencia de una relación semejante. A continuación se hace un resumen de los seis postulados propuestos por Bourdieu.

1. El campo científico es de una lucha competitiva por la autoridad científica; esto es, la capacidad socialmente reconocida para hablar y actuar de manera legítima en asuntos científicos.

La operación misma del campo científico produce y presupone *formas específicas de interés*; las prácticas científicas únicamente aparecen como desinteresadas en relación con otros campos. Se trata de un interés que no sólo es personal, sino que tiene que ser reconocido como importante por otros. De esta manera, las *inversiones* en el campo científico se organizan con referencia a una anticipación —consciente o inconsciente— de las *ganancias* posibles. Se trata en particular de ganancias de tipo simbólico: la ganancia en autoridad científica.

Toda elección científica, dice Bourdieu —el área de interés, la elección de los métodos, el lugar de la publicación, el momento de publicar los avances logrados—, es en cierta medida una estrategia de inversión política dirigida a obtener el máximo de ganancia estrictamente científica, esto es, el reconocimiento por parte de los pares. Por lo tanto, el interés científico siempre tiene una doble cara y está a la base de la operación misma del campo científico.

Es así como Bourdieu propone un vínculo entre la razón técnica y la autoridad social sin tener que distinguir tajantemente entre ambas. El enfoque permite también identificar las mediaciones entre intereses internos al campo científico e intereses que se pueden derivar de otros campos sociales.

2. La autoridad científica es una forma particular de capital social, que da poder sobre los mecanismos constitutivos del campo científico y puede reconvertirse en otros tipos de capital. La especificidad de la lucha se debe a

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

que los *productores* no tienen más *clientes* posibles que sus propios *competidores* y lo que está en juego es la definición misma de ciencia. En el campo científico, como en el campo de las relaciones de clase, no existe una autoridad árbitro capaz de legitimar a las autoridades que legitiman; los reclamos de legitimidad se derivan de la fuerza relativa de los grupos que expresan ciertos intereses.

El reconocimiento se hace a los valores distintivos de los productos, en particular a la *originalidad* (en el sentido de información-teoría) de la contribución a los recursos científicos acumulados. Aquí adquieren importancia las cuestiones de *prioridad*. El científico que llegue al mismo descubrimiento algunas semanas más tarde habrá perdido su tiempo.

3. La estructura del campo científico en un momento dado se define por el estado de distribución de ese capital específico: la autoridad y el poder científicos. La transformación de esta estructura a través de las estrategias de conservación o subversión que produzcan los actores del campo es la fuente de transformación del campo científico.

Lo que está en juego es el poder de imponer la propia definición de ciencia. Cada agente debe lograr el reconocimiento del valor de sus productos y de su propia autoridad como productor legítimo, dominante con toda legitimidad, atribuyendo las posiciones más altas en la jerarquía de los valores científicos a las capacidades científicas que él tiene en lo personal o lo institucional. Los científicos dominantes son los que logran imponer su definición de ciencia, y convencer al resto que los logros más completos radican en ser o hacer lo que ellos hacen, tienen o son.

4. La forma asumida por la inseparable lucha política y científica para la legitimidad de la ciencia depende de la distribución actual de ese capital específico, el reconocimiento, entre los científicos que están involucrados. Se trata de una lucha más o menos desi-

gual entre agentes desigualmente dotados, entre los que ocupan las posiciones más elevadas en la estructura de distribución del capital científico y los recién llegados al campo. Teóricamente, la estructura puede variar entre dos límites: (a) situación de monopolio y (b) situación de competencia perfecta.

Todo parece indicar que, a medida que se incrementa el cúmulo de recursos científicos y se eleva el grado de homogeneidad entre los competidores, la competencia científica tiende a debilitarse. Cuando se ha logrado ese estado, la forma e intensidad de la competencia difieren de la que podría encontrarse en otros campos científicos o en etapas previas de ese mismo campo. De ahí que "la posibilidad de innumerables pequeñas revoluciones científicas" sea mayor que la de "grandes revoluciones periódicas".

En la lucha entre los *dominantes* y los *recién llegados* cada parte recurre a estrategias profundamente opuestas en su lógica y en su principio. Los primeros van a desarrollar estrategias de conservación, orientadas a asegurar la perpetuación del orden científico establecido al cual se ligán sus intereses. Este orden no puede reducirse a lo que se conoce como *ciencia oficial*. Para Bourdieu el concepto incluye ese agregado de recursos científicos heredados del pasado que está *objetivado* en instrumentos, textos, instituciones y que está *incorporado* en los hábitos científicos. También incluye el agregado de instituciones responsables de asegurar la producción de los bienes científicos y la reproducción de los productores (en particular, los posgraduados académicos). Las instituciones especialmente encargadas de *consagrar* el orden científico establecido, y los instrumentos de circulación —en particular las revistas científicas— son parte fundamental de la ciencia oficial. Al seleccionar los artículos en términos de los criterios dominantes, consagran producciones fieles a los principios dominantes en un momento dado y a la vez ejemplifican continuamente lo que merece el nombre de ciencia.

Para los recién llegados las estrategias pueden ser de sucesión o de subversión. La primera es posible porque en el campo científico hay invenciones acordes al arte previamente inventado de inventar, pero también hay invenciones heréticas. Estas últimas enfrentan los principios mismos del viejo orden científico y crean una dicotomía radical, sin opción de compromiso entre dos sistemas mutuamente excluyentes.

5. Quienes participan en el juego social de fuerzas que se desarrolla en el campo científico tienen interés en la verdad, en vez de inclinarse, como en otros juegos, por la verdad que conviene a sus intereses, lo que hace que la búsqueda de la verdad científica se convierta en el mecanismo fundamental de operación del campo.

Lo anterior no permite eximir a este campo social de las leyes fundamentales de todos los campos, en particular la ley del interés, que puede introducir una violencia despiadada al interior de las luchas científicas más desinteresadas.

Según Bourdieu, el campo científico siempre incluye una cierta medida de arbitrariedad social en la medida en que sirve a los intereses de aquellos que están en posición de obtener beneficios, dentro o fuera del campo. Pero ello no impide la lógica inherente del campo. En particular, que la lucha entre los dominantes y los recién llegados provoque de cualquier forma que la búsqueda de los intereses científicos privados continuamente opere para beneficio de la ciencia.

"Cuando el método científico está constituido como mecanismo del campo, las revoluciones contra la ciencia institucionalizada se llevan a cabo con la ayuda de una institución que proporciona las condiciones institucionales para el rompimiento; el campo científico se convierte en la escena de revoluciones permanentes, pero desprovistas de efectos políticos".

6. La ciencia nunca tiene otra base que la creencia colectiva en sus bases, que se produce y presupone por la

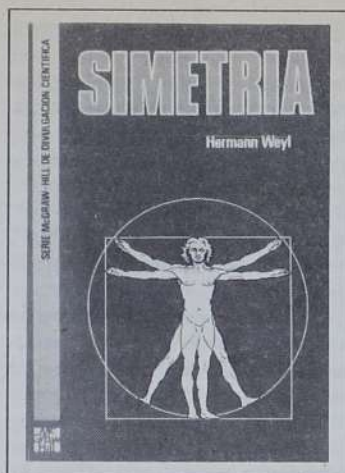
operación misma del campo científico. La base del consenso práctico: los problemas, los métodos y las soluciones que se consideran científicos en lo inmediato se constituye por medio de una serie de mecanismos institucionales que aseguran la selección académica y social de los investigadores (la jerarquía de las disciplinas, la formación de los investigadores, el control sobre el acceso a los instrumentos de investigación y publicación, etc.).

A pesar de que el postulado de Bourdieu molesta de entrada, la afirmación se vuelve realmente interesante a medida que el autor la desarrolla: "El campo de argumentación que ortodoxos y heterodoxos definen mediante sus luchas se demarca en el trasfondo de la *doxa*, ese agregado de presupuestos que los antagonistas consideran autoevidente y que se considera fuera del área de argumentación, porque constituye la condición tácita del argumento".

La arbitrariedad social está en mayor o menor grado en los presupuestos que constituyen la creencia particular característica del campo en cuestión, sean las ciencias sociales o las matemáticas, situación que provoca la cuestión acerca del grado de arbitrariedad social que se produce por el funcionamiento del campo.

En el caso de las ciencias sociales la cuestión fundamental sobre la neutralidad de la ciencia asume una forma particularmente paradójica, puesto que en este campo el progreso en la dirección de una racionalidad científica no significa progreso en la dirección de la neutralidad política.

El autor concluye que la sociología de la ciencia no será más que una de las estrategias más irreprochables para descalificar a los rivales, a menos de que centre su atención en el sistema completo de estrategias. Esto es, el campo de posiciones en el que se generan, el juego completo que las gobierna y que siempre puede ejercer una influencia insidiosa sobre su sociología.



Simetría, de Hermann Weyl, McGraw Hill, España, 1992.

Gerardo Herrera Corral

"Al principio era la simetría". Esto es más correcto que la tesis de Demócrito: "Al principio era la partícula". Las partículas elementales corporizan la simetría, constituyen su más simple representación pero son apenas una consecuencia de la simetría. En el origen y desarrollo del cosmos la casualidad entra en juego más tarde. Pero también la casualidad se sujeta a las formas iniciales, pues ella satisface las leyes probabilísticas de la teoría cuántica.

Las partículas elementales pueden ser comparadas con cuerpos regulares en el *Timaios* de Platón. Son las sombras, las ideas de la materia (Heisenberg). En el universo existe un delicado equilibrio en la forma y disposición de sus partes. Este delicado equilibrio produce en nuestros sentidos la sensación de una belleza misteriosa. A través de la ciencia y el arte, y desde su aparición sobre la Tierra, el hombre ha estudiado esta armonía de las proporciones en un afán por comprender

la naturaleza. En su libro *Simetría* (recientemente editado por McGraw Hill en su serie de divulgación científica), Hermann Weyl reflexiona sobre el concepto de simetría, su origen y aplicaciones en distintas disciplinas. La importancia del concepto de simetría en nuestra actual concepción del universo es extraordinaria. Heisenberg lo puso de relieve: "La simetría, que juega el papel central en los cuerpos regulares de la filosofía platónica, constituye también el núcleo mismo de toda ecuación fundamental. Las ecuaciones en sí mismas sólo representan una serie de propiedades de simetría que no obstante no son tan visibles como las de los cuerpos de Platón. Se trata, en la física actual, de propiedades de simetría que se refieren de igual forma al espacio y al tiempo, y que encuentran su expresión matemática en la estructura teórica de grupos de la ecuación fundamental".

En la vida diaria la simetría siempre está presente. El cuerpo humano, en su apariencia externa, es completamente simétrico, e incluso nuestras creencias son generadas por el concepto de simetría. La naturaleza inanimada también sigue ciertos patrones de simetría. Una gota de agua adquiere la forma de una esfera al caer; los planetas, los satélites naturales... la simetría se observa en todas las escalas.

Hermann Weyl, eminente científico alemán, hizo importantes contribuciones a la matemática y a la física de nuestro tiempo. Creció bajo la influencia de la tradición literaria y filosófica alemana, impulso que lo llevó a preocuparse profundamente por los fundamentos de la ciencia. La inevitable fama que obtuvo su libro *Symmetry* al ser editado en Princeton en 1951, llevó a los editores de McGraw Hill a interesarse en traducir y presentar al público mexicano esta obra dentro de su serie de divulgación. El libro cumple con su objetivo de poner al alcance del público en general los avances y resultados de la ciencia. Es muy recomendable para aquellos que se interesan por los temas de carácter científico.

El Dr. Gerardo Herrera Corral es profesor adjunto del Departamento de Física del Cinvestav.



Immunología de las Mucosas, Gustavo Acosta Altamirano y Miguel Cruz López, eds., Distribuidora y Editora Mexicana, México, D.F., 1992.

Oscar Rojas Espinosa

El libro *Immunología de las mucosas*, editado por los doctores Gustavo Acosta Altamirano y Miguel Cruz López, reúne el trabajo y las experiencias de varios investigadores nacionales, todos ellos activos en el campo de la inmunología de las mucosas. La información cubre desde los aspectos básicos generales de la inmunología hasta los aspectos más modernos de la biología molecular, aunque de manera sucinta. No obstante lo especializado de la información, ésta se presenta de manera sencilla, en forma concreta y en un lenguaje fácil de entender, de tal manera que ningún capítulo llega a cansar al lector. Los temas, que en conjunto dan una visión muy completa de los diferentes órganos y estructuras relacionados con la inmunidad en las mucosas, incluyen

una descripción del tejido linfóide asociado a las mucosa ocular, oral, respiratoria, intestinal, genito-urinaria, y a la glándula mamaria. Asimismo, se describe la composición celular del tejido linfóide asociado a mucosas: los linfocitos T, los linfocitos B, los macrófagos, los leucocitos polimorfonucleares, las células K y NK, y las diversas células captadoras, procesadoras y presentadoras de antígeno. Se hace referencia también a los antígenos más comúnmente operantes en las diferentes mucosas, y a los mecanismos generales de inducción de la respuesta inmune. En relación a los linfocitos B, se analiza su papel en la respuesta inmune, su ontogenia, su proceso de diferenciación y su heterogeneidad. Se describen los mecanismos de activación y respuesta de los linfocitos B, haciendo énfasis en la producción de inmunoglobulinas, y en particular de IgA, la inmunoglobulina predominante en secreciones. Sobre ella se analizan su estructura y propiedades, sus subclases, la IgA monomérica y la IgA dimerica, la síntesis de esta inmunoglobulina y su regulación. Se hace referencia al componente secretor de la IgA y a su participación en el transporte transmembranal de la inmunoglobulina.

El libro también incluye capítulos donde se describe el papel que juega la IgA como mecanismo defensivo de las mucosas, la patología asociada a la inmunodeficiencia selectiva de IgA y su posible asociación con el complejo mayor de histocompatibilidad. Además, se menciona la relación entre la función de la IgA y la función de otros elementos de la respuesta inmune, el papel del sistema del complemento, y la participación de otros mediadores de resistencia no específica (lisozima, lactoferrina, lactoperoxidasa). Se resalta la importancia de las mucosas en la inmunología de la reproducción y se describen diversas condiciones patológicas que afectan a las mucosas de la cavidad oral, de las vías respiratorias, del aparato genito-urinario, del aparato digestivo y de la unidad ocular. Se

describe el uso de lechones como un modelo animal para el estudio de la inmunología de las mucosas y, finalmente, se hace referencia a las técnicas de la biología molecular y a las perspectivas para la terapia génica de algunas inmunodeficiencias.

En resumen, *Immunología de las Mucosas* constituye una obra que hacía falta en nuestro medio, por la riqueza de su información y por lo accesible del lenguaje en el que está escrita. Será indudablemente de mucha utilidad para los estudiantes de inmunología básica, para los estudiantes de medicina y para los profesionales inmunólogos y médicos establecidos, quienes seguramente encontrarán en este libro las respuestas a muchas de sus dudas. El hecho de que los autores sean investigadores nacionales permite la comunicación directa, en nuestro propio idioma, entre autores y lectores, además de que se abre la posibilidad de consulta y trato personal con ellos.



El Dr. Oscar Rojas Espinosa es investigador del Departamento de Inmunología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN.



Perfiles Cuánticos, Jeremy Bernstein, Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica, España, 1991, 150 págs.

Gabino Torres Vega

Los objetos microscópicos se comportan de una manera muy peculiar, diferente de lo que estamos acostumbrados a observar en el mundo macroscópico. Debido a lo burdo de nuestras percepciones y nuestros sentidos, tenemos una imagen del mundo que no corresponde con la realidad física. Por ejemplo, a nosotros nos sorprendería muchísimo que una pelota pasara a través de una pared. Sin embargo, en el mundo microscópico, el equivalente de este fenómeno puede realmente ocurrir. Este tipo de sucesos ocurre a escalas tan pequeñas que nos pasan desapercibidos. Afortunadamente, los físicos se han dado cuenta de este tipo de cosas y han desarrollado la teoría conocida como la *Mecánica Cuántica* con el propósito de describirlas, y las describe muy bien! La persona interesada en conocer un poco la *verdadera* forma en la que la *Mecánica*

Cuántica nos ayuda a conocer el mundo en que vivimos y de la forma en que se originaron y desarrollaron algunas de sus ideas, tendrá una gran oportunidad de satisfacer su curiosidad al leer el libro *Perfiles Cuánticos* de Jeremy Bernstein.

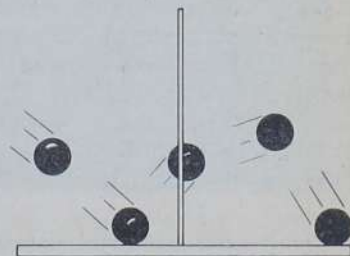
Como sucede en otras ramas de la Física, algunos de los conceptos manejados en la *Mecánica Cuántica* son entendidos, mencionados y discutidos de forma equívoca y extraña en campos tan variados como la ciencia ficción o las nuevas filosofías. Como nos dice el propio autor: "muchas veces uno tiene la sensación de que la mayor parte del público en general, desde gurus de la Nueva Era a escritores de teatro, desde críticos literarios a los que predicen las economías de tiempos futuros, piensan que la *mecánica cuántica* es un tema demasiado serio como para dejarlo a los físicos. Como físico, veo cómo se suceden estos acontecimientos con una mezcla de entusiasmo, diversión y desesperación. La desesperación proviene de las numerosas preguntas que surgen de la teoría cuántica y que ni ella misma ni ninguna otra teoría científica pueden contestar. La teoría cuántica no es ningún misticismo de la Nueva Era, es una ciencia muy dura. El teorema de Bell no es ningún *mantra*, es un teorema. El experimento de Einstein-Podolsky-Rosen no está hecho en *ashrams*, sino en laboratorios de Física."

Mediante las anécdotas, conversaciones, comentarios y trabajos de tres pioneros de la física cuántica: John Stewart Bell, John Archibald Wheeler y Michele Angelo Besso (de allí el título del libro), el lector tiene la oportunidad de sentir un poco de ese "entusiasmo, diversión y desesperación" que acompaña a la actividad científica, en general, y a la Física en particular. En las primeras etapas en el desarrollo de esta teoría eran comunes los argumentos a favor y en contra de alguna nueva idea. Algo muy típico en aquel entonces era que alguien sugiriera un "experimento mental" (por lo general estos experimentos no pue-

den realizarse) con el propósito de aclarar un concepto y entonces defender o refutar alguna teoría. Este tipo de experimentos pensados generaban una desesperación por parte de algún defensor de la teoría en cuestión, quién hacía hasta lo imposible por encontrar un error en el análisis del experimento pensado, o por encontrar otro experimento pensado que cuestionase las conclusiones del primero.

El libro es accesible (¡no hay ni una fórmula!) con un estilo ameno y a veces divertido, como cuando nos relata la visita que el Dalai Lama, quien es el líder espiritual del Tibet, hizo en 1983 al CERN (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, el laboratorio de Física de partículas elementales cerca de Ginebra), o cuando nos comenta sobre su *encuentro* con el Maharishi Mahesh Yogi (parece ser que es demasiado difícil tener una conversación con esta persona). Un dato interesante que este libro hace notar es que muchos científicos sobresalientes están interesados en filosofías orientales, como fue el caso de Oppenheimer, quién estudió sánscrito para poder leer el *Upanishad* en su versión original. Entonces surge la inquietud por saber si este tipo de lecturas tuvo alguna influencia en el desarrollo mismo de la teoría cuántica.

Debido a que este libro es una traducción hecha en España, algunas veces resulta un poco desconcertante encontrar términos algo ajenos al ámbito mexicano, como el de *ordenadores* refiriéndose a las computadoras. Sin embargo, estos puntos menores no obstan para recomendar la lectura de este libro.



El Dr. Gabino Torres Vega es profesor del Departamento de Física del Cinvestav.



matices/

De arañas, escorpiones e investigadores profesionales*

Marcelino Cerejido

*Che Araña,
bailá con maña,
hay que contar.
(Che Araña, Cri Cri)*

Todo investigador tiene su estilo; el de Douglas Feroso, toxicólogo hábil pero temible, consiste en escuchar atentamente los planes de sus colegas y, si le apetece, advertirles que ni se molesten en hacerlos, pues él ya ha comprobado que no dan absolutamente ningún resultado, tras lo cual vuela a su laboratorio y pasa inmediatamente a poner la hipótesis a prueba con su numerosa horda de esclavos. Si, por el contrario, advierte que el hombre ya tiene datos preliminares, le anuncia que, justamente, él está dando los toques finales a un manuscrito sobre el asunto. Aun en el caso de que este cubetazo de agua helada no consiga disuadir a su colega, sirve para que de entrada Feroso se declare inocente por adueñarse del proyecto. Su estilo resulta particularmente dañino cuando dirige su ponzoña contra investigadores cándidos y simplices como yo.

Cierta vez yo estaba de paso por Miami, su ciudad y, cumpliendo el programa de visitas que me habían preparado, gastaba una hora en cada uno de los laboratorios del departamento. Al mediodía me llevaron a comer al faculty club y, al llegar a los postres y el café, agotadas la andanada de chistes, las anécdotas y el intercambio de novedades sobre amigos comunes, Marcos Hardy co-



metió la indiscreción de contar en blanco y negro lo que yo había hecho y pensaba hacer con la Bothritenina, veneno de escorpión que por entonces no estaba siquiera en el mercado. Todos escucharon cortésmente pero sin el menor interés, salvo, claro está, Douglas Feroso, que llegó a preguntarme desembobadamente un sin fin de detalles sobre procedimientos y trucos experimentales. Me costó muchísimo ocultar mi disgusto, al punto que en un momento dado tuve que huir al baño para darme tiempo de recapacitar sobre lo que estaba ocurriendo.

*Del libro *Recuerdos y Milanesas*, que escribiré en cuanto tenga tiempo.

Por suerte, cuando por la tarde me llegó el turno de visitar su propio laboratorio, habíamos logrado controlar nuestros respectivos temperamentos. Douglas bajó la voz e, imitando la formalidad de quien pone su honor profesional a salvo, anunció:

—Debo decirte que nosotros también hemos estado estudiando los efectos de la *Bothritenina*. Casualmente era uno de los resultados que quería mostrarte pero, para mi mala fortuna, mi estudiante se llevó la carpeta con los datos y hoy no vino a trabajar. No te preocupes, en cuanto acabe el manuscrito te mando una copia.

—¿Así que a ti también te regalaron *Bothritenina*?— logré musitar desmayadamente y, al advertir mi titubeo, sintió llegado el momento de presionarme:

—A propósito, se nos ha acabado el tubito de *Bothritenina* y no me animo a pedir que me envíen más, pues cuando me lo regalaron se mostraron demasiado remisos y tacaños.

—No...no traigo conmigo— trastabillé, mirando de rabo de ojo hacia mi portafolios. Mi gesto no pasó inadvertido. Soltó una carcajada que transformó mi torpe evasiva en una broma entre amigos:

—¡Vamos, qué no vas a tener!

Dos minutos después me estaba devolviendo el frasco del que había tomado no menos de la mitad. Como digo: a un investigador cándido y simpón como yo, el estilo de Douglas Feroso puede causarle estragos.

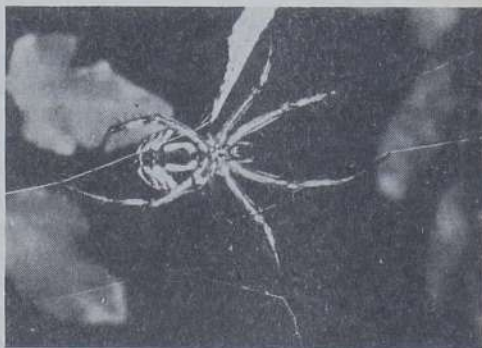
Fue así como seis meses más tarde el programa del congreso anual de la American Physiological Society incluía dos trabajos sobre la hoy famosa *Bothritenina*: uno de su grupo y otro del mío. Hubo confusión, zozobra y hasta comentarios sarcásticos de mis colegas, pues a pesar de tratarse de grupos de reconocida experiencia y prestigio, los resultados de Feroso y los nuestros no podrían haber sido más dispares. Poco después los artículos de ambos salían publicados simultáneamente y, al cabo de otro año, aparecieron cinco trabajos más de Feroso y colaboradores y apenas uno de

los nuestros. Pero a esas alturas la *Bothritenina* ya estaba disponible en el mercado, todo el mundo tenía acceso a ella, y eso dio lugar a que en pocos meses más comenzara un verdadero alud de publicaciones sobre dicha substancia, que invariablemente contradecían las observaciones de Feroso y colaboradores, y confirmaban las de mi grupo. Nuestra reputación llegó muy alto.

Me telefoneó un par de veces. “¿Estás seguro de que la guardaste en un desecador? preguntaba yo en tono preocupado. ¿No se te habrá inactivado? ¿La protegiste de la luz? A ver, repíteme ¿en qué vehículo la disolviste?” Con todo, fuimos incapaces de encontrar falla experimental alguna.

Durante mi visita a Miami, penosamente refugiado en aquel baño, yo había entendido a la perfección que Douglas Feroso no había hecho experimento alguno sobre la *Bothritonina*, que se la habrían negado porque lo conocen muy bien, y que, como es un toxicólogo hábil y temible, en cuanto yo le diera el veneno lanzaría a sus secuaces a repetir nuestros estudios, saldría a mostrar los resultados por todo el orbe e inundaría los *journals* con ellos. No me equivoqué. Fue exactamente lo que hizo.

Si, bochornosamente guarecido en aquel baño, sabía que Douglas Feroso me habría de pe-



dir que le regalara *Bothritonina* y que yo no tendría las parótidas lo suficientemente bien puestas como para negársela. Busqué protegerme, impedir que el arduo trabajo mío y de mis muchachos fuera rebasado en pocos meses y muriera en la cuna. Peor aún, yo estaba de regreso de Nueva York, donde me habían regalado un vial repleto de *Spiderine*, un veneno de arañas recién aislado, y tenía bien claro que si Douglas Feroso se llegaba a enterar, me retorcería el brazo hasta conseguir que también le diera la mitad de esa otra substancia. A un científico cándido y simplón como yo se le leería en la cara que ocultaba algo, y un alacrán como él no dejaría escapar la oportunidad.

Pero, claro, yo no llevaba en mi maletín *Bothritonina*, la tenía en mi laboratorio, pues estábamos trabajando con ella; ¿para qué habría de sacarla a pasear? Apenas si llevaba la *Spiderine* que me acababan de regalar en Nueva York. Sólo que, inexplicablemente, cuando se la dí olvidé aclarárselo.

Me avergüenzo: fue el producto confuso de la mosquita que, en su pánico, sólo piensa en huir del aguijonazo. Porque jamás llegué a imaginar que el día en que resultara claro de que sus resultados se daban de patadas con los del resto de la comunidad científica, las revistas comenzarían a rechazar sus manuscritos, perdería sus *grants*, le quitarían casi todo su espacio de laboratorio, se vería obligado a hacer docencia un noventa por ciento de su tiempo y hasta se negarían a promoverlo a profesor titular.

El asunto me afectó, pues para colmo no pasó ahí. Claro que me afectó, porque Douglas Feroso será un sujeto temible, pero es un toxicólogo de primera y las observaciones que publicó, fruto de dos años y medio del trabajo de una decena de colaboradores, son rigurosamente ciertas, salvo que se las ha atribuido erróneamente a la *Bothritonina*. Y ahí estaban ahora sus datos: para todo el mundo no eran más que basura, errores sin el menor sentido, pero yo y nadie más que yo sabía que se trataba de un precioso material... sobre la *Spiderine*. Yo mismo he repetido dos o tres de sus experimentos, tanto como para cerciorarme de que todo lo que decía equivocadamente sobre la *Bothritonina* es correcto para la *Spiderine*.

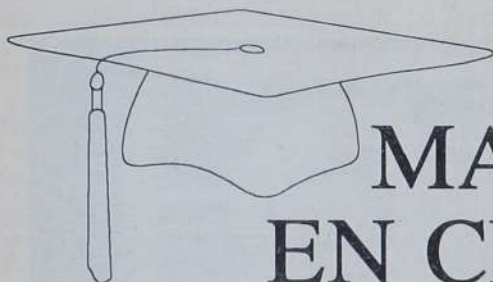
Y ahí comenzó mi calvario. Por eso digo que el estilo de Douglas Feroso resulta particularmente dañino cuando dirige su ponzoña contra investigadores cándidos y simplones como yo. Ahí estaban todos esos resultados sobre la *Spiderine* ¿Acaso tenía yo derecho de ocultarle a la ciencia dicha información? ¿Podría cargar por el resto de mis días con la responsabilidad de haber ocultado el conocimiento recogido por una decena de investigadores, a lo largo de dos años y medio, y al son de cientos de miles de dólares? ¿Qué tal si esos datos tenían valor médico?

No me quedó otra alternativa que sacrificarme, dar la cara y publicarlos, valiente, con mi nombre. Sí, junté el valor necesario y me hice responsable. Sí, no me pude hacer el tonto y dejar morir ese material precioso, no me quedó más remedio que firmar los artículos con mi propio nombre. Por suerte todo fue tan sencillo como cambiar los rótulos de las figuras de sus trabajos, así que donde se leía "*Bothritonina*" escribí simplemente "*Spiderine*", convertí un par de tablas en figuras y viceversa... y republicué los resultados de sus ocho o nueve trabajos en un orden ligeramente distinto, pues cuando hay que hacer algo por la ciencia, a mí no me asustan los riesgos ni los esfuerzos.

Estoy seguro de que cuando la bendita *Bothritonina* salió por fin al mercado, Douglas Feroso habrá comprado un nuevo frasco y constatado que no tiene para nada los efectos que él le había estado atribuyendo en las publicaciones que eventualmente lo hundieron. No me cabe ninguna duda de que también habrá leído mis numerosos artículos sobre la *Spiderine*, ni se me escapa que les habrá encontrado un asombroso parecido con sus observaciones sobre la supuesta "*Bothritonina*". Y, aunque me duela, debo aceptar que un sujeto insensible como Douglas Feroso no reconocerá jamás mi gesto de renunciamento, de fervor por la ciencia.

Pero eso sí, desde entonces he tratado de no caer por segunda vez en sus redes. Tengo que protegerme. Es por eso que, en mi última visita a Miami, pretexté tener una agenda demasiado abigarrada y rechacé su invitación a cenar, pues, como digo, Douglas Feroso es un hábil y temible toxicólogo.

LA SECCION DE MATEMATICA EDUCATIVA
DEL CINVESTAV
OFRECE SU PROGRAMA DE



MAESTRIA EN CIENCIAS

Orientada a la Educación Matemática en el Bachillerato

Dirigida a profesores de Matemáticas del Nivel Medio Superior
interesados en realizar investigación acerca de problemas
de la enseñanza de la matemática en ese nivel.

OBJETIVOS

Formar investigadores en los
Problemas de la Educación del Nivel
Medio Superior

Formar docentes de alto nivel
capaces de generar y desarrollar
Propuestas Educativas y Opciones
Didácticas

REQUISITOS DE INGRESO

Ser titulado de alguna licenciatura en
Matemáticas, Ingeniería o área afín (si no
posee título, deberá obtenerlo antes de
concluir sus estudios de maestría).

Aprobar el examen de admisión.

Disponibilidad de tiempo completo.

BECAS

Los estudiantes admitidos
recibirán el apoyo departamental
para obtener beca de
CONACyT.

INICIO DE CURSOS

7 de septiembre de 1992

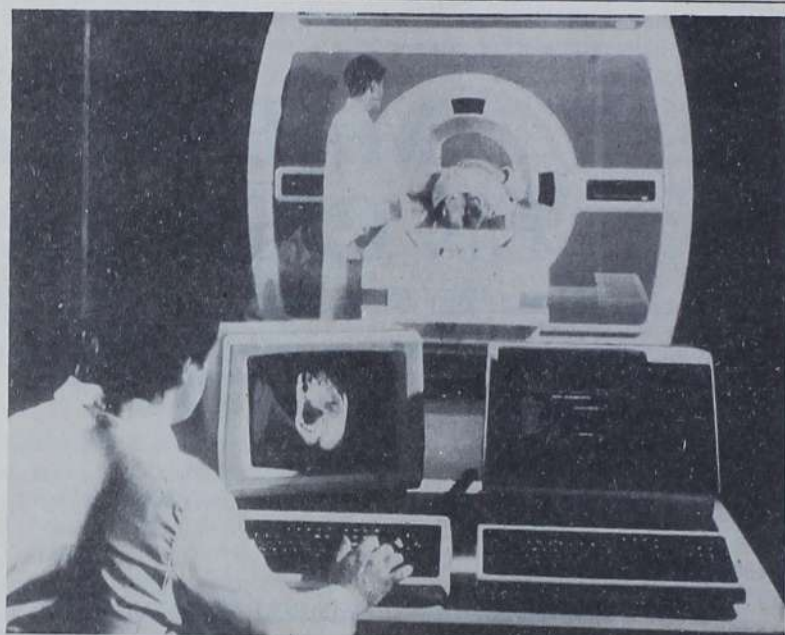
INFORMES

M. en C. Gonzalo Zubieta B.
M. en C. Ernesto Sánchez S.
Dakota 379, Col. Nápoles,
México, D.F. 03810
Tels. 543 07 37 y 543 07 70
Horario: 10 a 18 hrs.



Espacio Abierto

Un sistema de diagnóstico por resonancia magnética para el Tercer Mundo



Daniel Kleppner

Las imágenes de cuerpo entero obtenidas por resonancia magnética (IRM) aparecieron alrededor de 1980. En un principio eran secciones burdas e indefinidas del cerebro y manos, y sin embargo despertaban esperanzas ya que se generaban no por radiación invasiva, sino por la magnetización débil de protones puestos en movimiento de precesión. Comparado con aquellas imágenes vagas, lo que

podemos ver hoy es espectacular: secciones de la cabeza que muestran detalles del cerebro y el ojo con una resolución de 5 mm^3 , o secciones del torso que muestran con gran precisión los órganos, y que pueden incluso revelar detalles de un disco vertebral dañado. Las imágenes mediante resonancia magnética no sólo pueden descubrirnos el interior de los vasos sanguíneos, sino, en determinados casos, medir la velocidad de la sangre que fluye por ellos. Si en lugar de la generación de imágenes espaciales nos vamos al campo de la espectroscopía, el aparato puede mostrarnos la bioquímica de tejidos o el funcionamiento de diversos órganos. Ciertamente los avances han sido asom-

Daniel Kleppner ocupa la cátedra Lester Wolfe de Física y es director asociado del Laboratorio de Investigación Electrónica en el MIT. Este artículo apareció en *Physics Today*, marzo de 1992, p. 9. Traducción de Carlos Chimal.

brosos, pero en la misma medida lo es su costo. Instalar un modelo reciente de IRM puede requerir varios millones de dólares; sus costos de operación pueden alcanzar el cuarto de millón de dólares al año. No obstante, para un paciente que sufre de un tumor en el cerebro el acceso al IRM es invaluable. Como quiera que sea, la realidad es que para todo el mundo, excepto una pequeñísima fracción, no importa si el IRM existe o no, pues su precio está fuera de su alcance.

Al mismo tiempo que se avanza en una IRM de ultra-alta resolución, así como en diversas tecnologías de diagnóstico cada vez más ingeniosas, hay un esfuerzo decidido por encontrar lo que podríamos llamar una IRM de baja resolución. Desde luego, uno de los motivos es abatir costos. Las capacidades de diagnóstico de esta clase de IRM son poco espectaculares con respecto a los modelos más avanzados, pero si se piensa en la alternativa que tiene el Tercer Mundo —esto es, nada—, su valor es significativo. Puede emplearse, por ejemplo, para decidir si un dolor de cabeza es o no el primer síntoma de un tumor en el cerebro, para encontrar muchos otros tipos de tumores, o bien para descubrir si hay sangre acumulada entre el cerebro y el cráneo luego de un accidente en esa parte del cuerpo.

La mayor parte del costo de una IRM radica en el imán. La relación de señal a ruido de una imagen mediante resonancia magnética varía bruscamente en forma lineal con la fuerza del campo, de manera que, en buena parte, el meollo del asunto se encuentra en un campo intenso. Las máquinas de IRM modernas usan campos de 2 teslas (T). Un imán que suministra un campo de 2 T con una apertura que se ajusta a las dimensiones del cuerpo humano es casi nada comparado con los imanes que se encuentran en las cavernosas salas del CERN o el Fermilab. Pero si el aparato ha de instalarse sobre todo en un hospital, su construcción presenta un reto. La mayoría de las máquinas de IRM utilizan imanes superconductores, si bien en algunas ocasiones se emplean imanes permanentes y electroimanes. Todos ellos son caros, y el costo de instalación es con frecuencia alto. En principio, puede emplearse un solenoide de cobre, pero sería una pesadilla. El imán consumiría megavatios de energía y requeriría de un esfuerzo heroico

para estabilizarlo. En contraste, un imán superconductor consume prácticamente cero energía, y en su forma permanente es intrínsecamente estable.

El aspecto medular para construir un modelo práctico de IRM destinado a los países pobres es encontrar un sustituto barato del imán. Si fuera posible operar una máquina de IRM en un campo de sólo 0.02 T, podría utilizarse un imán de cobre, que es relativamente barato. Sin embargo, un cálculo conservador de la relación de señal a ruido de una imagen en un campo como este, comparado, por ejemplo, con el de un campo de 0.5 T, da como resultado una pérdida inaceptable, es decir, un factor de 70. A pesar de ello, hay signos esperanzadores.

Conocí un esfuerzo por hacer accesible esta tecnología de IRM en el Tercer Mundo durante una reciente visita a Brasil. Probablemente allí florezca ya que esa nación se encuentra a medio camino entre el mundo desarrollado y el subdesarrollo. La mayoría de los científicos brasileños que conozco están preocupados por el abismo, y siento que existe en la comunidad en general un compromiso por enfrentar los problemas sociales de una o de otra manera. Así, en dos universidades que visité existen proyectos de construcción de aparatos de IRM de campo bajo. Ellos son el Instituto de Física y Química en Sao Carlos (dependiente de la Universidad de Sao Paulo) y la Universidad de Pernambuco en Recife. El proyecto en esta última localidad está a cargo de Mario Engelsberg, quien es mi principal informante sobre los progresos del IRM de campo ultra-bajo. Como él me explicó, se conocen las posibilidades del IRM de campo ultra-bajo desde hace algún tiempo. Los primeros trabajos fueron llevados a cabo en 1985 por R. E. Sepponen y sus colaboradores en la Universidad de Helsinki, quien generó una imagen de un cerebro en un campo de 0.02 T. Instrumentarium, una compañía finesa, produce ahora comercialmente una máquina de IRM de campo ultra-bajo. Sin embargo, el potencial que los campos ultra-bajos tienen para sustentar el diseño de una máquina que genere imágenes de cuerpo entero a un precio relativamente módico aún está por cristalizar.

Dos factores iluminan el otrora sombrío panorama para construir una máquina de IRM de campo ultra-bajo. Primero, la tasa de relajación magnética longitudinal para los protones en un tejido se hace

mayor por debajo de 0.1 T, lo cual permite una velocidad de pulsación hasta cierto punto más rápida, y por tanto una señal más intensa en determinado tiempo. Segundo, puesto que el campo es pequeño, también lo es su falta de homogeneidad. Como resultado, uno puede emplear gradientes de campo más pequeños para obtener la misma resolución de imagen, y esto permite una anchura de banda del sistema más estrecha. Juntos, estos efectos de los campos ultra-bajos reducen la pérdida en la relación de señal a ruido de un factor de 70 a cerca de 8. Esta cifra es todavía insuficiente, pero no necesariamente prohibitiva. Ahora hablemos de cosas más optimistas.

Un sistema de 0.02 T puede ser económico tanto en su construcción como en su operación. Es lo suficientemente pequeño para instalarse en una oficina, y el gasto en este renglón es aceptable ya que requiere de sólo 10 kW de energía; además, puede transportarse. No es necesario ubicarlo en un sitio en especial, y tampoco debe acompañarse de helio líquido, lo cual hace prohibitivo el tener máquinas de IRM superconductoras para la mayoría de las ciudades pequeñas en el mundo. Asimismo, existen también importantes consideraciones en términos de seguridad. Un solenoide de 2 T, una llave de tuerca o cualquier otro objeto ferromagnético que se hallen cerca pueden convertirse de pronto en un desagradable proyectil. En cambio, con una IRM de campo bajo equipo de signos vitales, como un cilindro de oxígeno o un artefacto de monitoreo, pueden dejarse sin temor junto al imán.

Finalmente, en determinadas aplicaciones una IRM de campo ultra-bajo es de hecho más sensible que una convencional. Gran parte de la información de una imagen mediante resonancia magnética proviene de la variación de la velocidad de relajación magnética con el ambiente químico en el tejido. Resulta que esta variación es en realidad mayor en campos bajos que en campos mayores a 1 T. En un caso, por ejemplo, una IRM de campo bajo resultó ser superior a la imagen convencional cuando se trataba de distinguir una hemorragia aguda de una condición crónica, es decir, entre sangre nueva y vieja.

El proyecto de Engelsberg nos ofrece un caso ejemplar sobre la forma de conseguir grandes co-

sas con poco presupuesto. La estructura y el transporte del paciente en un aparato de IRM no deben ser magnéticos. En vez de emplear acero inoxidable o aluminio, construye sus aparatos con uno de los materiales no magnéticos más abundantes en Brasil: madera brava. Los alambres se enroscan sobre soportes de fibra de vidrio que se encargan a un constructor de tablas para surfear de Recife. Las imágenes mediante resonancia magnética requieren de elaboradas secuencias de pulsaciones de rf, gradientes de pulsación y conductos de señales. En la máquina de Engelsberg, se generan a través de una microcomputadora que usa programas diseñados por ellos mismos con un sistema CAD. Mejor dicho, casi todo es casero excepto el suministro de energía y el transmisor de rf.

El reto ahora es convertir el prototipo en un producto comercial. El proyecto ha sido apoyado por el gobierno federal y el estado de Pernambuco mediante un programa cuyo objetivo es estimular la industria de alta tecnología. Un fabricante de instrumental médico ha estado trabajando con el grupo de Engelsberg. Sin embargo, debido a los recientes descalabros en la economía, los préstamos para este tipo de empresas han comenzado a escasear. Así que por el momento el proyecto se encuentra en el limbo.

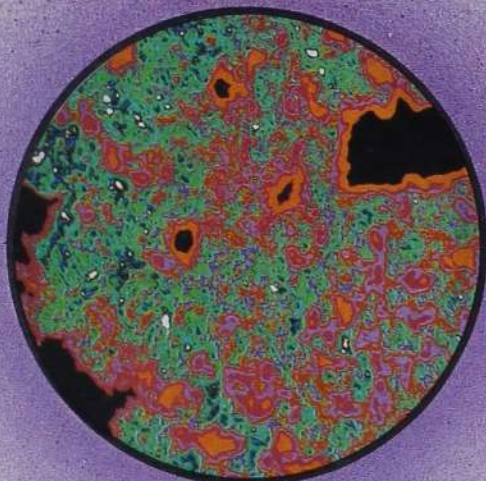
Cualesquiera que sean las consecuencias de la actual crisis financiera, el desarrollo de máquinas de IRM para naciones que no poseen una muestra que los científicos no necesitan pregonar sus buenas intenciones para ayudar efectivamente a la humanidad. Hay abundantes oportunidades para los físicos con imaginación, buenas cabezas, espíritu fuerte y mucha energía.

Deseo agradecer a Mario Engelsberg, Leo J. Neuringer y Harold E. Rorchach Jr., así como a sus colegas, sus ilustrativas charlas.





CORPORACION MEXICANA DE
INVESTIGACION EN MATERIALES



Polvo de acero amorfo visto en
color falso a través del microscopio electrónico.

— TECNOLOGIA —

AL SERVICIO DE LA CALIDAD

La corporación apoya en forma continua con fondos económicos concurrentes e infraestructura física y humana la realización de proyectos, cursos de actualización, estancias de entrenamiento técnico, exposiciones, seminarios y otras actividades relacionadas con la tecnología en sus etapas de innovación, investigación, implementación y promoción.

AREAS ESPECIFICAS DE APOYO:

Materias primas	Polímeros
Refractarios y cerámicos	Compósitos
Aleaciones metálicas	Biomateriales
Tecnología de superficies	Materiales ópticos y electrónicos.

En estas actividades pueden participar instituciones académicas, de investigación, empresas privadas y personas físicas.

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO
CORPORACION MEXICANA DE INVESTIGACION EN MATERIALES S.A. DE C.V.
BOULEVARD OCEANIA No. 190 FRACCIONAMIENTO SALTILLO 400
SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. TEL.: (84) 15 40 22, FAX: (84) 15 30 48

LIC. MARIA ESTHER PEVA ROSAS
Jefe
Biblioteca Area Biologica

INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL IPN

A través del
SISTEMA DE EDUCACION CONTINUA
Invita a usted al

SEMINARIO EJECUTIVO "Normatividad ante el Tratado de Libre Comercio en Alimentos, Fármacos y Medio Ambiente"



12 y 13 de noviembre de 1992.

Expositores:

Expertos en Normatividad y Reglamentación en las áreas de Alimentos, Fármacos y Medio Ambiente de organismos tales como Secretaría de Salud y Secretaría de Desarrollo Social (México), Food and Drug Administration y Environment Protection Agency (EUA) y similares de Canadá.

Mesa redonda con participación de representantes del sector productivo de los tres países, exponiendo casos prácticos.

RESERVACIONES E INFORMES:

Av. IPN 2508 esquina Ticomán, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07000
México, D.F.

At'n.: Srita. Angélica Martínez Terán
Coordinadora de Eventos

Tels.: 754-02-00 y 752-06-77 ext. 2553 y 2554
Fax: 752-68-29