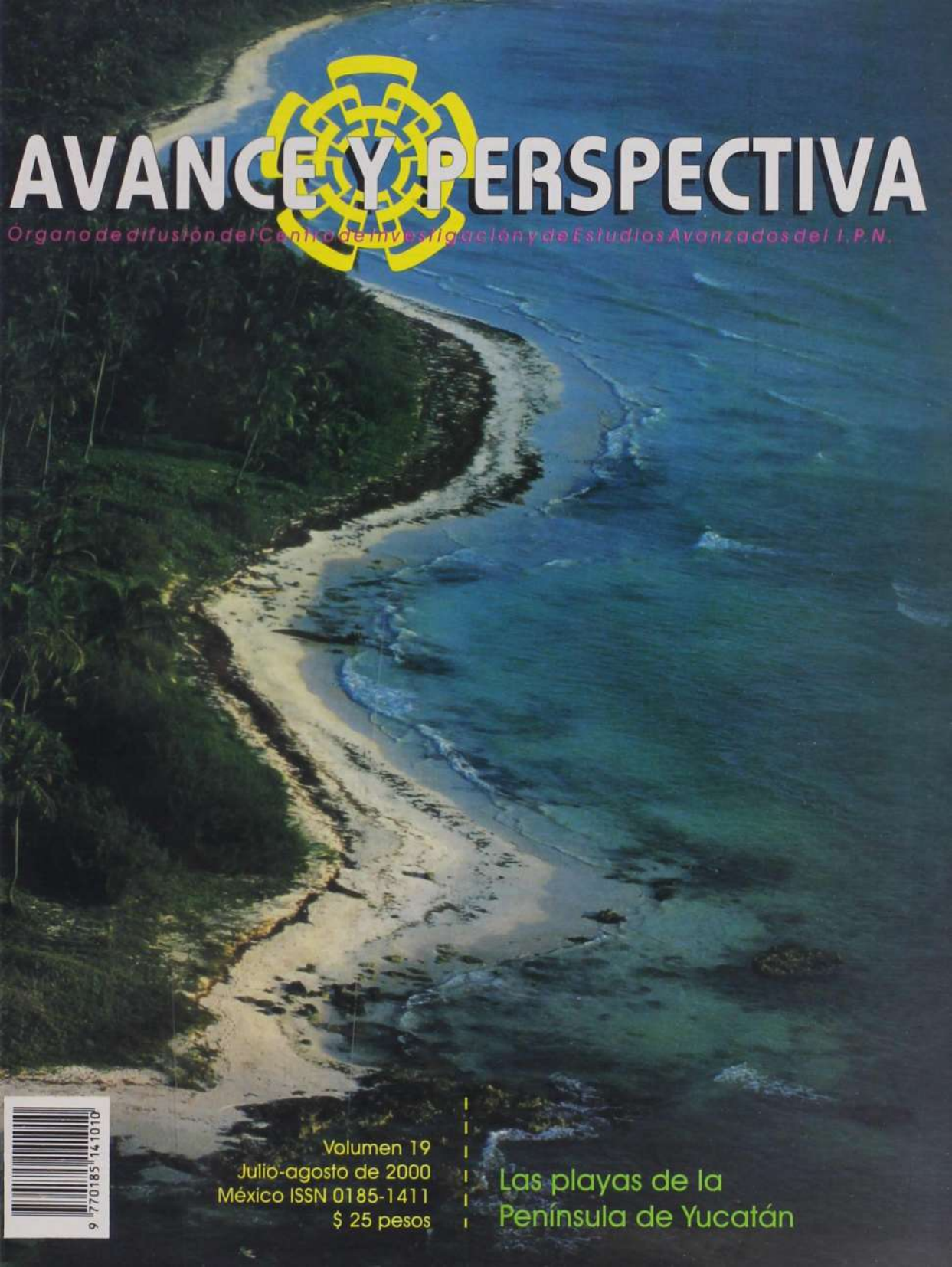


AVANCE Y PERSPECTIVA

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



Volumen 19
Julio-agosto de 2000
México ISSN 0185-1411
\$ 25 pesos

Las playas de la
Península de Yucatán

Maestría, Doctorado, Posdoctorado

Partículas elementales
Fisicamatemática
Física nuclear
Gravitación

Materia condensada
Física estadística
Física médica
Astrofísica



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Departamento de Física

Examen de admisión a maestría, doctorado directo y cursos propedéuticos el 12 de febrero y el 14 de mayo de 2001.

Inscripciones al doctorado en cualquier época del año.

BECAS de Conacyt

Coordinación de admisión

Departamento de Física, Cinvestav

Apdo. postal 14-740

07000 México, D.F.

Tel. (52-5) 747 3831

Fax (52-5) 747 3838

admission@fis.cinvestav.mx

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

Maestría, Doctorado, Posdoctorado



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Departamento de Física

Maestría, Doctorado, Posdoctorado



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Departamento de Física

vista tridimensional



Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Volumen 19

julio - agosto del 2000

- 195 *Las playas de la Península de Yucatán: evolución de la línea de costa*
Victor Castillo y Luis Capurro
- 203 *Evaluación ecológica, social y de salud: una experiencia de investigación participativa en ecología humana*
Federico Dickinson, Teresa Castillo y Dolores Vega
- 211 *Sobre $1 + 1 = 0$: grupos y simetría*
Miguel Socolovsky

DOCUMENTOS

- 219 *Informe de labores 1999*
Adolfo Martínez Palomo

DIALOGOS

- 243 *Neurofisiología en Francia*
Carlos Chimal

LIBROS Y REVISTAS

- 253 *Revistas científicas en América Latina, de A.M. Cetto y O. Alonso*
Los dilemas de las revistas académicas mexicanas, de F. Loria Díaz
Miguel Ángel Pérez Angón

Portada: La evolución de la línea de costa de las playas de la Península de Yucatán y la conservación de su ecosistema representan un reto al avance turístico de la región.

Foto: M. Calderwood

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El número correspondiente a julio-agosto de 2000, volumen 19, se terminó de imprimir en junio 2000. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. *Editor responsable:* Enrique Campesino Romeo. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esquina calzada Ticomán, apartado postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud del título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de Título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 01603-89, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Grupo Printer Pack, S.A. de C.V., Av. Azcapotzalco 224, Col. Angel Zimbrón, México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero del 2000 página 48. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. *Avance y Perspectiva* se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 150.00

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Martínez Palomo
ASESORA DE LA DIRECCIÓN GENERAL
María de Ibarrola Nicolín
SECRETARIO ACADÉMICO
René Asomoza
SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Manuel Méndez Nonell
SECRETARIO ADMINISTRATIVO
Jesús Fernando Ureste Balam

AVANCE Y PERSPECTIVA
DIRECTOR EDITORIAL
Enrique Campesino Romeo
EDITORA ASOCIADA
Gloria Novoa de Vitagliano
COORDINACIÓN EDITORIAL
Martha Aldape de Navarro
DISEÑO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN
Rosario Morales Álvarez
FOTOGRAFÍA
Carlos Villavicencio
Sección Fotografía
del CINVESTAV
CAPTURA
Josefina Miranda López
María Eugenia López Rivera
María Gabriela Reyna López

CONSEJO EDITORIAL
J. Victor Calderón Salinas
BIOQUÍMICA
Luis Capurro Filigrasso
UNIDAD MÉRIDA
Marcelino Cerejido
FISIOLOGÍA
María de Ibarrola Nicolín
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Eugenio Frixione
BIOLOGÍA CELULAR
Jesús González
UNIDAD QUERÉTARO
Luis Herrera Estrella
UNIDAD IRAPUATO
Yasuhiro Matsumoto
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Luis Moreno Armella
MATEMÁTICA EDUCATIVA
Ángeles Paz Sandoval
QUÍMICA
Miguel Ángel Pérez Angón
FÍSICA
Gabino Torres Vega
FÍSICA

Correo electrónico:
avance@mail.cinvestav.mx
Tel. y Fax: 5747 70 76
Consulte nuestra página de Internet:
<http://www.cinvestav.mx/webelct/avance.html>
RESPONSABLE
Valente Espinosa

FIRST LATIN AMERICAN CONGRESS OF MATHEMATICIANS

July 31 - August 4, 2000
IMPA, Rio de Janeiro, Brazil

PLENARY LECTURES

L. Caffarelli
G. Henniart
P. Jones
T. Rocafellar
Ya. Sinai
S. Smale
D. Voğan
J.C. Yoccoz

SESSIONS

HARMONIC ANALYSIS/OPERATOR THEORY
ALGEBRAIC GEOM./ALGEBRA/NUMBER THEORY
PDE/APPLIED MATHEMATICS
DYNAMICAL SYSTEMS
DIFFERENTIAL GEOMETRY/LIE GROUPS
COMBINATORICS/OPTIMIZATION
PROBABILITY

COURSES

PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS-P-L Lions
GEOMETRY J.F. Escobar
DYNAMICAL SYSTEMS-M. Brunella
IMAGE PROCESSING-J. Gomes & L. Velho
PROBABILITY THEORY-J-F Le Gall
NUMBER THEORY/ALGEBRA-D. Zagier

IMPA
Rio de Janeiro
Fax: 55 (21) 529-5019
E-mail: dac@impa.br
www.impa.br/conferencias/umalca_2000/index.html

UNION MATEMATICA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE-UMALCA
CNPq Faperj Fapesp SBM Finep Impa

INTERNATIONAL MATHEMATICAL UNION IN THE
FRAMEWORK OF THE WORLD MATHEMATICAL YEAR 2000

Las playas de la Península de Yucatán: evolución de la línea de costa

Víctor Castillo y Luis Capurro

Caminos blancos

Un viaje en automóvil por el litoral yucateco hace un cuarto de siglo, comenzando desde su límite sur en la laguna de Celestún y siguiendo hasta Dzilam de Bravo, nos mostraba un paisaje prístino, salpicado con pequeñas comunidades de pescadores artesanales, cuyo sustento dependía exclusivamente de la captura de peces. La ruta era un "camino blanco", según el alegre lenguaje de los mayas, dentro de una selva de lujurioso mangle. A nuestra izquierda estaban las verdes aguas del Golfo de México, visibles en ciertas partes del recorrido a través de claros en el manglar, y a nuestra derecha las típicas lagunas costeras, interrumpidas a menudo por extensiones de tierra que rompían la continuidad de ese extenso cuerpo encerrado de agua. La monotonía del paisaje era modificada en algunos lugares por elevaciones frondosas del terreno que denotaban la existencia de manantiales de agua dulce, generadores de los petenes, muy característicos de la Península. La línea de costa se modificaba drásticamente al acercarnos a la localidad de Progreso; la existencia del puerto de abrigo de Yucalpetén, el muelle de Progreso y el natural desarrollo urbano mostraban las primeras señales de una ocupación concreta del litoral yucateco y de su laguna costera asociada, la laguna de Chelem. A continuación del muelle, hacia Dzilam, es decir hacia el oriente, nos encontrábamos con una serie de casas de veraneo de las clases pudientes de la región que se extendían hasta las cercanías del pueblo costero de Chixulub. Estas residencias veraniegas eran una pequeña muestra del potencial turístico recreativo de ese ambiente costero.

El Dr. Luis Capurro, investigador titular del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Mérida del Cinvestav, es miembro del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva. El biólogo Víctor Castillo es auxiliar de investigación de este mismo departamento. Dirección electrónica: lcapurro@kin.ciemer.conacyt.mx

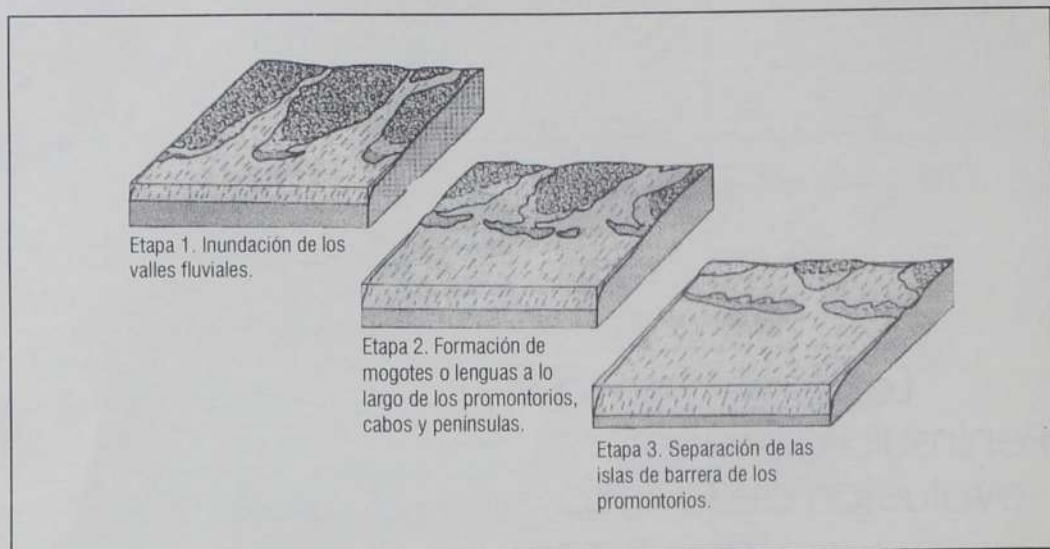


Figura 1. El origen de las islas de barrera (cortesía de *Living with the East Florida Shore*).

En la actualidad no podemos repetir íntegramente ese viaje debido a que el huracán Gilberto en septiembre de 1988 produjo brechas en esa continua línea costera. Algunas de estas aberturas fueron aprovechadas por las autoridades para construir puertos de abrigo para las embarcaciones de los pescadores, así como para ampliar la comunicación de las lagunas costeras con el mar y mejorar aparentemente su régimen hidrológico, que es el fluido vital de dichas lagunas. Lo que ahora es muy evidente en este nuevo recorrido, es ver todo el litoral ocupado por nuevas y lujosas residencias y hoteles ubicados frente al mar, así como nuevos desarrollos portuarios de abrigo para los pescadores y otros usuarios de las aguas costeras. Como era de esperarse, había que pagar un cierto precio ecológico a esta ocupación por el hombre de un ecosistema tan dinámico como es la costa. Con el tiempo se hizo evidente una modificación de la línea de costa generada por procesos de erosión y agregación que permitió la penetración del mar en más de 50 metros en algunos lugares. Sin embargo, antes de comentar sobre la naturaleza y las implicaciones de estos procesos litorales, es deseable comprender el origen y la evolución del ambiente costero, incluyendo en especial las playas que son la principal meta del aprovechamiento turístico de ese ambiente.

Evolución de la línea de costa

La mayor parte del perímetro costero de México consiste de una cadena de "islas de barrera". Estas barreras, que incluyen accidentes como cabos y penínsulas, son fajas angostas de arena que, a diferencia de otras porciones del continente, se caracterizan por ser muy dinámicas. Estas islas o barreras actúan como amortiguadores de las grandes olas de tormentas y de las olas en general; de ahí proviene su nombre. Estas islas se encuentran en las afueras de cada planicie costera en el mundo; en el caso de nuestro país se extienden desde el límite norte con los EUA hasta el extremo norte de la península de Yucatán. En realidad, esta misma morfología se extiende a lo largo del litoral atlántico americano, desde Delaware hasta Texas en el Golfo de México. Si se desea vivir en este litoral mexicano, es conveniente conocer los procesos que tienen lugar en ese ambiente.

Las islas de barrera se originan como resultado de la interacción de un ascenso del nivel del mar con una planicie costera cortada por valles fluviales. En la glaciación del Holoceno, hace alrededor de 15,000 años, el nivel del mar estaba como 100 metros debajo de su

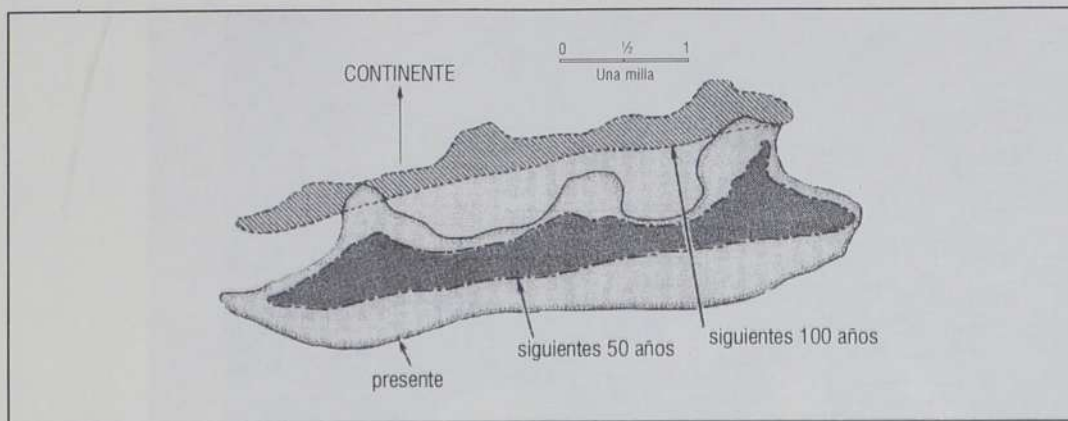


Figura 2. Diagrama que muestra cómo una isla de barrera de la costa de Florida se comportará durante los próximos 100 años. Se espera que al principio la isla se reducirá en su anchura por erosión en ambos lados, adelante y atrás, continuando con una migración bien definida.

nivel actual y por lo tanto la línea de costa del litoral mexicano se hallaba a muchos kilómetros mar afuera, en lo que es ahora la plataforma continental. Enormes glaciares cubrían a los continentes en sus altas latitudes, con lo cual eliminaron grandes volúmenes de agua de los océanos. Sin embargo, cuando comenzó el derretimiento de este hielo, el nivel del mar comenzó a subir e inundar los valles, formando cuerpos de agua denominados estuarios. Si éste hubiera sido el resultado final del proceso, tendríamos una línea de costa muy irregular con muchas entradas; no obstante, esto no es del agrado de la naturaleza, que tiende a rectificar las líneas de costas morfológicamente complejas. La acción de las olas come y hace retroceder a los acantilados que penetran en el mar y construye lenguas de sedimentos que se extienden desde la cabeza de esos acantilados a través de la boca de las bahías. A medida que el mar continúa ascendiendo, las tierras bajas detrás de esas lenguas o istmos, así como los sedimentos arenosos de los acantilados de las antiguas líneas de costa, son inundados, hasta más adentro de las dunas existentes, lo que las separa del continente y da origen a las islas de barrera (figura 1).

La siguiente cuestión es cómo explicar que a pesar de que el nivel medio del mar continúa subiendo, las nuevas islas de barrera no son inundadas. Recientemente se ha adelantado una posible respuesta a este punto: las

islas no permanecen en un lugar fijo cuando el nivel del agua amenaza con inundarlas, sino que emigran hacia el continente; cuanto más rápida es la subida del nivel del mar, más rápida es la emigración. Se debe destacar que para que estas islas, que se mueven hacia el continente, continúen siendo islas es necesario que la línea de costa de sus playas se mueva también en la misma dirección, es decir que retroceda. Si no fuera así, la isla de barrera se pegaría al continente y desaparecería la barrera. Esto se ha comprobado en las playas de la costa oriental de Florida donde, por ejemplo, la playa de Miami se ha movido alrededor de 10 kilómetros hasta su presente posición, mientras que las islas de barrera de Texas y Mississippi en el Golfo han emigrado más de 150 kilómetros. En teoría, con un aumento de 30 centímetros del nivel del mar, se debe producir un retroceso de la línea de costa de más de 300 metros. La figura 2 ilustra este proceso.

La mejor prueba de esta migración es caminar hacia el mar y observar los residuos de las conchas de organismos marinos. Lo más probable en la mayoría de estas islas es encontrar conchas de ostras, mejillones y caracoles, que habitaron antiguamente en la laguna o río en la parte trasera de la isla de barrera, es decir, entre la isla y el continente. ¿Cómo se movieron esas conchas desde atrás hacia adelante, a su posición actual? Evidentemente la isla avanzó sobre la laguna, y



Figura 3. Puerto de abrigo de Dzilam de Bravo, Yucatán.

las olas removieron las arenas y fango de la vieja laguna y arrojaron las conchas a su posición actual.

En síntesis: para que una isla emigre, el costado frontal que mira al océano debe moverse hacia tierra por erosión, y el costado que enfrenta al continente debe hacer lo mismo por agregación, es decir, por crecimiento. Además, a medida que se mueve, la isla debe mantener su elevación y volumen de alguna manera. Los geólogos costeros usan el término de "migración de la isla" en lugar de la expresión común de "erosión de playa".

El ascenso del nivel del mar, la disminución del aporte de arena y la migración de la isla de barrera son las causas naturales que han provocado el retroceso de la línea de costa a lo largo de gran parte del litoral americano, incluyendo el nuestro. La respuesta común del hombre a este proceso natural ha sido el de detenerlo, es decir estabilizar la playa de modo que no se mueva tierra adentro.

El término que se usa para describir esta actividad es "ingeniería de la línea de costa" que es sinónimo de "estabilización de la línea de costa". Las técnicas de estabilización van desde plantar pastos de duna hasta la construcción de complejos rompeolas usando dragas,

plumas y topadoras. La estabilización surge como una respuesta natural para proteger a los edificios ubicados cerca de las playas. Salvar a las playas en realidad no es el término correcto, ya que lo que se salva son los edificios y no las playas; las playas no necesitan ser salvadas si se las deja en su estado natural; ellas pueden cambiar su posición, pero permanecerán siempre como franjas "saludables" de arena.

No es el propósito de este artículo detallar cómo se estabiliza lo que es inestable, como lo es la playa. Sin embargo, podemos mencionar que existen tres técnicas mayores para la estabilización: (a) realimentación de la playa, (b) espolones y escolleras, y (c) rompeolas. La primera de estas técnicas es la menos drástica de todas, y la mejor fuente de arena, pero la más costosa ya que requiere dragar la plataforma continental.

Playas de la Península de Yucatán

El comportamiento de las playas de la Península de Yucatán responde a la dinámica mencionada. Conviene, no obstante, aclarar que el "gran ecosistema" costero



Figura 4. Tramo Celestún, Yucatán, en donde el mar ya le ganó a la playa 50 m, se observan restos de cocoteros en la playa.

de la Península de Yucatán se compone de dos subsistemas muy diferentes.

(1) El del Golfo de México u occidental se caracteriza por la presencia de una isla de barrera sedimentaria arenosa; contiene cuerpos de agua lagunares a lo largo de todo su litoral con reducida comunicación con el mar, con mareas de poca amplitud, que son bañados por una leve corriente oceánica, producto del derrame de la intensa corriente que fluye a través del estrecho de Yucatán y que al penetrar en el Golfo se vierte parcialmente sobre el somero Banco de Campeche. El régimen de olas es de poca intensidad debido a que los grandes oleajes que se pueden formar en el centro del Golfo, aun durante los huracanes, disipan gran parte de su energía por fricción con el fondo al propagarse sobre el Banco de Campeche antes de romper en la playa. Debido a todos estos factores, sumado a la homogeneidad del clima tropical, se califica al subsistema como de "débil energía". Las playas no son continuas a lo largo del litoral: hay zonas donde no existen las clásicas playas arenosas debido a la presencia muy saludable de selvas de mangle que llegan hasta la misma línea del

nivel del mar. Estas zonas se encuentran entre los puertos pesqueros de San Felipe y de Dzilam de Bravo, (figura 3) y en Campeche desde la ciudad de Campeche hasta su límite con Yucatán en la laguna de Celestún. Estas playas están siendo sometidas a un intenso desarrollo turístico y mejoras en el sistema portuario con la construcción de puertos de abrigo para las comunidades pesqueras, que se irá intensificando en el futuro. Ello ha provocado problemas de erosión donde el mar ha penetrado hasta más de 50 metros en el continente. El problema es serio a ambos lados del muelle de Progreso hasta alrededor de 40 kilómetros al este y 25 kilómetros al oeste, donde en ambas zonas ha tenido lugar la construcción de casas de veraneo en el frente de playa. La erosión que se ha mencionado ha puesto en peligro estas construcciones y ha propiciado que cada propietario haya edificado protecciones *sui generis* para salvar su casa; esto ha creado un cuadro caótico de frente de playa y ha complicado el problema de erosión (figuras 4 y 5).

(2) El subsistema del Caribe Peninsular se caracteriza por la presencia de una isla de barrera viviente, como es



Figura 5. Cocóteros en el mar (Celestún, Yucatán).

el caso de la barrera coralina mesoamericana que se extiende desde Honduras hasta el extremo norte de la Península. Su litoral está bañado por la intensa corriente de Yucatán que, además de proveer una muy buena renovación de las aguas, actúa como rompeolas hidráulico y amortigua el régimen de las rompientes sobre la barrera coralina; a su vez, esta barrera actúa como segundo rompeolas antes de llegar al litoral continental. Ello da como resultado una línea de costa estable, protegida y en buen estado de salud. Las playas son en general diferentes y muy protegidas por la barrera coralina, lo que le otorga carácter de laguna, es decir un cuerpo de agua interior, mientras que el lado exterior de la barrera coralina no posee playa propia como es el caso de la isla de barrera; por el contrario, la topografía del fondo descende bruscamente a mayores profundidades.

El problema más serio que se afronta actualmente es el desarrollo urbano turístico que ha alcanzado un ritmo tal que hace muy difícil un manejo razonable del ambiente costero y que está lejos de ser sustentable.

Los gobiernos federal y estatal han aplicado el principio precautorio en una gran extensión de la región a través de reservas de la biosfera, parques marinos y otros artefactos; a pesar de ello el empuje del desarrollo es imparable.

Desde hace un tiempo atrás y como parte de su responsabilidad en la región, la Unidad Mérida de Cinvestav decidió aplicar la ciencia más moderna para comprender cómo funcionan esos sistemas costeros y ha presentado proyectos de investigación a Conacyt con el propósito de diseñar modelos matemáticos predictivos de la evolución de la línea de costa usando valores de series temporales continuas de las variables responsables de su dinámica, sin haber tenido éxito hasta el presente. Estos datos constituirían la información básica para un banco de datos y/o servicio de información geográfica, condición *sine qua non* para la formulación de ese modelo y de otros tipos de estudios, tales como las evaluaciones de impacto que son requeridas como condición previa a cualquier actividad nueva en el ambiente costero.

Recomendaciones

Finalmente, y como una ayuda a quien piense elegir un sitio en el litoral de la Península para construir una pequeña propiedad veraniega o un condominio, nos permitiremos sugerir algunas indicaciones sobre dónde construir y que seguramente le evitará problemas en el futuro. Para el hombre precavido y con sentido común, la naturaleza esconde muchas pistas que le pueden revelar mucho sobre la seguridad de un lote, vivienda, condominio, hotel y otras infraestructuras mayores. Lógicamente, en algunas islas de barrera de la Península, como podría ser Cancún, no ha quedado mucho de lo natural, excepto la brisa del mar. Sin embargo, usted puede hacer su propia evaluación; si bien es deseable consultar con un experto en procesos costeros, ello no es del todo necesario ya que en la mayoría de los casos el sentido común permite evaluar los indicadores que son simples de identificar.

Los principales factores que figuran en la categoría de peligro en las costas de Florida y que puede aplicarse al ecosistema de playas de la Península son: (a) elevación del terreno, (b) procesos de erosión, (c) vías de evacuación y (d) dunas. Está fuera del alcance de este artículo elaborar sugerencias sobre estos aspectos.



Bibliografía

1. O.H. Pilkey et al., *Living with the East Florida Shore* (Duke University Press, 1984); *ibid*, *Living with the Shore series*; esta serie trata sobre problemas y preocupaciones de vivir en la costa y de su manejo para toda la costa atlántica, Golfo de México, la costa del Pacífico y de los Grandes Lagos (Duke University Press).
2. W. Kaufman y O.H. Pilkey, *The Beaches Are Moving: The Drowning of America's Shoreline* (Duke University Press, 1979, 1983).
3. O.H. Pilkey et al., *Coastal Design: A Guide for Builders, Planners, and Home Owners* (Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1983).
4. W. Bascom, *Waves and Beaches* (Doubleday/Anchor Press, Garden City, Nueva York, 1980).
5. S. Leatherman, *Barrier Island Handbook* (Coastal Publications, Charlotte, N.C., 1982).

III Workshop on Optoelectronic Materials and their Applications including Solar Cells

Oaxaca, Oax. México
28th August - 1st. September, 2000

Topics

- Solid state lasers and LEDs
- Solar cells
- Opto-electronic sensors
- Integrated opto-electronics
- New and advanced devices
- Quantum wells, wires and dots
- Preparation and characterization of opto-electronic materials

Invited speakers

M. Cardona, Max Planck Institute
C. Gmachl, Bell Labs, Lucent Technologies
D.J. Flood, NASA
J. Nijs, IMEC
J. Mendoza, Cinvestav
A. Lastras, IICO-UASLP
O. de Melo, Havana University
J. Mimila, Cinvestav

J. Greene, University of Illinois
P. H. Holloway, University of Florida
T. Kendelewics, Stanford University
C. Falcony, Cinvestav
J. Kouvetakis, Arizona State University
G.E. McGuire, North Carolina University
W. E. Spicer, Stanford University
A. Rockett, University of Illinois

Local Committee

P.K. Nair, CIE-UNAM
G. Contreras, ESFM-IPN
M. L. Olvera Amador, Cinvestav
J. Carrillo López, CIDS-BUAP

Workshop Information:

Arturo Morales-Acevedo, chairman
Electrical Engineering Department, Cinvestav
Avenida IPN No. 2508
México, D.F. 07360
Phone: (52) 5747-7000 x 3156
Fax: (52) 5747-7114
E-mail: opto2000@gasparin.solar.cinvestav.mx
<http://www.solar.cinvestav.mx>

International Advisory Committee

M. Tamargo, USA
M.L.W. Thewalt, Canada
M. Pilkhun, Germany
F. Leccabue, Italy
C. Domínguez, Spain
H. Ariza, Colombia
I. Hernández-Calderón, México
M. Sánchez C., Cuba
O. Vigil, Cuba

Evaluación ecológica, social y de salud: una experiencia de investigación participativa en ecología humana

Federico Dickinson, Teresa Castillo y Dolores Vega

Los autores son miembros del Departamento de Ecología Humana de la Unidad Mérida del Cinvestav. Una versión preliminar de este texto fue presentada en la Reunión de intercambio sobre la institucionalización de metodologías para la investigación participativa, Mérida, Yuc., octubre de 1999. Correo electrónico: dickinson@mda.cinvestav.mx

El Departamento de Ecología Humana

El Departamento de Ecología Humana (DEH) de la Unidad Mérida del Cinvestav realiza investigación y educación de posgrado en el campo interdisciplinario de la ecología humana, sobre las interacciones entre ecosistemas, sistemas socioculturales y poblaciones de la especie *Homo sapiens*. La plantilla de investigadores del DEH está formada por especialistas en áreas tales como antropología física y social, ecología humana, edafología, geografía, neurociencias, sociología médica y zoología. Esta planta académica aborda dos grandes áreas de problemas desde la perspectiva de la ecología humana: el uso social de los ecosistemas y el estado biológico de las poblaciones humanas¹.

De acuerdo con la filosofía de Cinvestav, que impulsa la conversión tecnológica del saber científico producido, el DEH reconoce la urgencia de devolver a las comunidades —de manera rápida, clara y precisa— los resultados de las investigaciones realizadas en el DEH, para lo cual es fundamental la participación de individuos y grupos de las comunidades.

Con este propósito se inició en 1990 el programa de ecología humana *Evaluación Ecológica, Social y de Salud*, un esfuerzo multidisciplinario e interinstitucional², que es llevado a cabo por un grupo de investigadores y miembros de dos comunidades rurales yucatecas, el

Puerto y el Pueblo. Este programa está orientado a mejorar la salud y el bienestar de dichas comunidades mediante su participación en la formulación y evaluación de actividades y programas tendientes a satisfacer las necesidades que las comunidades identifican como propias y a la solución sostenible de problemas prioritarios identificados por el equipo de investigación científica.

Como medio para vincular al equipo de investigadores científicos con esas comunidades se usó, a partir de 1992, la metodología de investigación participativa (IP). En este artículo se presentan algunos de los resultados más relevantes obtenidos por el programa en el área de la IP en los últimos siete años en el Puerto por considerarlos de interés para los lectores de *Avance y Perspectiva*.

Investigación participativa

Por investigación participativa (IP) nos referimos específicamente a la propuesta de autores como Schutter y Yopo³⁻⁵, Barquera⁶ y Dijk y Duron⁷, quienes, enraizados en el trabajo de Freire y Fals Borda, conciben la IP como una forma de involucrar a la gente en un análisis consciente de su realidad y de estimularla para (1) que asuman como propios los problemas de su comunidad, (2) que traten de solucionarlos y (3) que se apropien de la metodología y la apliquen llevando a cabo investigaciones⁸ en forma autónoma.

Los principales agentes de la IP son los "facilitadores" y los "acompañantes". Los primeros son aquellos miembros de la comunidad, entrenados en la metodología de IP que, como su nombre lo indica, facilitan el proceso de IP para la comunidad en su conjunto y sirven de canal para el flujo de información entre el grupo de IP y miembros de la comunidad que no forman parte de éste. Los acompañantes son individuos que no forman parte de la comunidad (en este caso, investigadores científicos) que entrenan a los facilitadores, dan seguimiento al proceso y, a solicitud expresa, proporcionan a la comunidad, de manera sistemática, información no disponible para ella.

Los tres pasos básicos de la IP son *ver*, *juzgar* y *actuar*. En el *ver*, el grupo de IP identifica los problemas

comunitarios a partir de una revisión amplia de la situación ambiental, socioeconómica y cultural de su comunidad. En el *juzgar*, los problemas identificados se analizan, investigando sus causas y consecuencias, así como las interrelaciones que existen entre ellos. Por último, en el *actuar* se identifican y llevan a cabo las acciones necesarias para alcanzar el objetivo deseado, usualmente el de resolver uno de esos problemas.

Un proceso de IP como el mencionado tiene siete etapas en una sucesión helicoidal: (1) convocatoria a la comunidad para participar y formar el grupo de facilitadores; (2) entrenamiento de los facilitadores en la metodología de IP; (3) identificación y puesta en orden de los problemas de acuerdo a su relevancia y a las posibilidades reales de la comunidad para resolverlos; en esta etapa se selecciona uno de los problemas para intentar resolverlo; (4) análisis y acción, etapa en la cual se llevan al cabo los tres pasos mencionados; (5) evaluación del trabajo efectuado; (6) festejo, o celebración del trabajo realizado y (7) regreso a la etapa 3, actualizando el diagnóstico y seleccionando un nuevo problema a resolver.

El escenario

El Puerto es una pequeña comunidad costera yucateca formada en 1998 por 554 habitantes, de los cuales 260 (46.9%) son mujeres⁹. En la comunidad hay 141 familias, muchas de ellas extensas, es decir, que incluyen, además de los padres e hijos, otros parientes, como nueras, yernos, nietos, abuelos, tíos y primos. En estos casos es frecuente que los ingresos económicos se manejen por separado, mientras que se usa la cocina en común. Si bien existen tres denominaciones de iglesias protestantes, la mayor parte de la población (70%) es católica. Cerca de la mitad (49.7%) de los mayores de 12 años tienen escolaridad de primaria incompleta o inferior; 117 individuos de la población económicamente activa se dedican a la pesca; el resto se distribuye en una amplia gama de ocupaciones, la mayoría de ellas en el sector de servicios.

El Puerto cuenta con un sistema de aprovechamiento de los recursos naturales presentes en el mar, los petenes, la ciénaga, la duna costera y los manglares, que permiten la pesca, en su versión ribereña, de mediana altura y de



Figura 1. Vista aérea del Puerto.

cenote, la cría de artemia salina (*Artemia sp.*) y la extracción de sal, que se realiza con métodos de extracción que datan de tiempos prehispánicos, así como la existencia de plantaciones y viveros de coco¹⁰ (figura 1).

Los actores

Con el trasfondo de la comunidad en su conjunto, los principales actores del proceso de IP aquí descrito son los facilitadores representados, a lo largo de los años, básicamente por mujeres adultas, aunque los niños y los adolescentes de ambos sexos asisten con frecuencia a las reuniones que se llevan a cabo una o dos veces por semana, ya entrada la tarde, en los corredores del edificio en donde están la biblioteca local, la cocina donde se prepara el desayuno para los niños que van a la escuela y una pequeña oficina municipal, donde se hacen trámites oficiales de diversa índole (figura 2).

Dada la duración del proceso de IP aquí descrito (siete años), algunas de las adolescentes que lo iniciaron como facilitadoras se han casado y tenido hijos, con quienes asisten actualmente a las reuniones; por otro lado, las niñas que acompañaban a sus madres al inicio del proceso son ahora adolescentes o adultas jóvenes y algunas de ellas tienen amplio dominio de la metodología de IP (figura 3).

El grupo de acompañantes ha estado formado principalmente por personal académico del DEH y estudiantes de licenciatura en servicio social, prácticas profesionales o elaboración de tesis. Este grupo ha



Figura 2. La Comisaría.



Figura 3. Dos generaciones en investigación participativa.

incluido especialistas en o estudiantes de antropología social, biología, ciencias de la comunicación, ecología humana, economía, educación, diseño gráfico, ingeniería, psicología y sociología; la mayoría son mujeres.

Acciones y logros en el Puerto

Negociando con las autoridades de salud. Como ya se mencionó, las acciones de IP se iniciaron en 1992 en el Puerto, siguiendo las etapas descritas. El problema abordado, considerado inicialmente como el más importante por el grupo de facilitadores, fue la ausencia de servicios médicos. En el Puerto existía ya una casa de salud que supuestamente era visitada cada dos semanas por un médico de la Secretaría de Salud, quien daba pláticas sobre salud e higiene. Sin embargo, para atender urgencias u obtener consultas, los habitantes del Puerto



Figura 4. Mujeres con el médico.

debían viajar a comunidades vecinas, en busca de atención en clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), mediante el programa IMSS-Solidaridad, o por médicos particulares. Esto, además de ser inconveniente en el caso de urgencias, resultaba caro debido a que la escasez de servicio público de transporte implicaba utilizar servicios especiales de taxis u otros vehículos y, con frecuencia, al llegar a la clínica del IMSS del Pueblo, los habitantes del Puerto no alcanzaban fichas para consulta.

El grupo de facilitadores, formado básicamente por mujeres, realizó una serie de acciones; se realizaron reuniones con autoridades médicas del gobierno estatal y del IMSS que, después de siete meses, dieron como resultado inmediato que se rehabilitara la casa de salud, abandonada por mucho tiempo, se le dotara de medicamentos y mobiliario básicos y que un médico hiciera visitas semanales a la comunidad para ofrecer consulta y no sólo para dar pláticas educativas; a mediano plazo, la acción de los facilitadores y de la comunidad consiguió que se instalara un centro de salud, primero en un edificio propiedad del ejido y, posteriormente, en un edificio propio construido *ex profeso*, en el cual prestan atención médica una enfermera y un pasante de medicina en servicio social, quienes llevan a cabo los programas regulares de la Secretaría de Salud (figura 4).

Por un ambiente más sano. Una vez lograda la prestación de servicios médicos para la comunidad, y con base en los estudios científicos realizados dentro del programa *Evaluación Ecológica, Social y de Salud* y en



Figura 5. El baño doble seco.

su propio trabajo, el grupo de IP, que se llamó a sí mismo *Por un Puerto Mejor*, diseñó su programa comunitario de salud, que tiene cuatro niveles: individual, familiar, comunal y ambiental.

La contaminación ambiental, agravada por la falta de una adecuada disposición de excretas humanas, fue uno de los principales aspectos del programa, por lo que el grupo de facilitadores decidió abordar este problema. Se inició entonces un proceso de recopilación y análisis de información sobre posibles soluciones; se realizaron visitas a comunidades tierra adentro para observar algunos modelos de letrinas y conversar con sus usuarios a fin de conocer su funcionamiento.

Como resultado de ese proceso la comunidad pudo analizar un programa de la Secretaría de Salud que proponía la construcción de baños convencionales, con fosa séptica, inodoro y tinaco de agua. Para el análisis, el grupo de IP examinó la propuesta de la Secretaría de Salud y la llamada letrina doble seca y procedió a identificar las ventajas y desventajas de cada uno de los dos tipos de sanitario. El grupo de IP consideró que la propuesta de la Secretaría de Salud era inadecuada para las condiciones ambientales del Puerto y más costosa que la letrina doble seca, por lo que rechazó la propuesta oficial y decidió experimentar una letrina, que la comunidad llamó baño doble seco (figura 5). Este baño se encuentra actualmente en evaluación; se tomó una muestra del material en una de las dos bóvedas para su análisis bacteriológico y parasitológico, sin encontrarse en la muestra microorganismos peligrosos para la salud humana.



Figura 6. Jóvenes investigando los hábitos de consumo de alcohol.

Contra el alcoholismo no se pudo. Dado que el experimento del baño doble seco implicaba la espera de cuando menos un año antes de poder hacer la correspondiente evaluación, el grupo de IP decidió proseguir con su programa comunal de salud, realizando una investigación sobre los patrones de consumo de alcohol en el Puerto. Como en el caso anterior, el grupo reunió y analizó información sobre las causas y consecuencias del alcoholismo, incluyendo el papel de los medios de comunicación en el establecimiento de la enfermedad. A partir de ese trabajo, el grupo de IP diseñó su investigación, que incluyó la elaboración de cuestionarios piloto, que fueron aplicados a tres grupos de individuos: los alcohólicos, sus familiares y otros miembros de la comunidad (figura 6).

Cabe destacar que, si bien los acompañantes son parte del grupo de IP, su intervención en esta investigación se limitó a entrenar, mediante dinámicas de grupo, a los facilitadores en el proceso de investigación, poner al alcance del grupo en su conjunto información no disponible en la comunidad, transcribir las preguntas formuladas por el grupo, que fueron integradas a los cuestionarios, imprimir éstos, almacenar en archivos electrónicos la información obtenida y darle un tratamiento estadístico elemental, calculando las frecuencias y porcentajes de las respuestas, para que el grupo las analizara; la independencia del grupo de IP respecto a los acompañantes fue tal que se nos pidió que no estuviésemos en la comunidad al momento en que fueron aplicados los cuestionarios.



Figura 7. Viviendas costeras inundadas.

Una vez obtenida la información, que consistió en 97 cuestionarios a miembros de la comunidad, 48 a bebedores y 21 a sus familiares, el grupo de IP la analizó y discutió posibles acciones para disminuir el consumo de alcohol en la comunidad. No se continuó trabajando en este problema debido a una serie de conflictos que tuvieron los facilitadores con sus familias, con algunas de las autoridades municipales, con los expendedores locales de alcohol y entre los propios facilitadores. El conflicto fue de tal magnitud que en el verano de 1996 se detuvo el trabajo del grupo *Por un Puerto Mejor* después de varios meses de gran irregularidad y notable ausentismo en las reuniones; parecía que las actividades de IP promovidas por el Cinvestav en el Puerto habían llegado a su fin.

Estoy harta de que se inunde mi casa. Como en la mayor parte de los asentamientos humanos en la costa de Yucatán, el Puerto cuenta con suelo escaso para su crecimiento debido a que está asentado sobre la angosta isla de barrera que forma la costa yucateca; también, como en otros puertos yucatecos, aquí las casas de verano, propiedad de personas que viven en ciudades cercanas, ocupan buena parte del mejor suelo para construcción de viviendas; esto obliga a los habitantes del Puerto, especialmente a los más pobres, a usar basura, arena y piedras para rellenar áreas de la ciénaga cercana, para ahí construir sus viviendas. La técnica local de relleno es inadecuada, por lo que las viviendas construidas en estas áreas se encuentran en un alto riesgo de inundación, no sólo por huracanes o "nortes", sino incluso por lluvias fuertes (figura 7).



Figura 8. Experimentando la pila de corrosión.

En el otoño de 1995 dos huracanes, Opalo y Roxana, afectaron la Península de Yucatán y, a consecuencia de ello, buena parte del Puerto se inundó. En una de las reuniones semanales una mujer joven que participaba en el grupo *Por un Puerto Mejor* desde su formación, manifestó que estaba harta de que su casa se inundara y que, para evitar futuras inundaciones, construiría un palafito, como los que había visto recientemente en un programa de televisión. Conforme a la metodología de IP, la idea de esa mujer se analizó en el grupo, al que los acompañantes preguntaron si realmente había interés en resolver el problema de las casas de relleno, dentro del programa comunitario de salud, obteniendo una respuesta afirmativa.

La gestión de los recursos financieros para realizar el proyecto fue larga; pero finalmente Conacyt, desde mayo de 1999, y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, desde marzo de 2000, financian este proyecto que tiene por objetivo diseñar, construir y evaluar tres palafitos que satisfagan las necesidades y expectativas de los usuarios, que los mantengan a salvo de inundaciones, cuyas infraestructuras resistan la corrosión atmosférica durante 30 años cuando menos, y que tengan el menor impacto ambiental posible.

El nuevo grupo de facilitadores, formado en buena medida por las mismas mujeres que integraban el grupo *Por un Puerto Mejor*, ha recibido capacitación en la metodología de IP, así como instrucción básica en temas y conceptos seleccionados de arquitectura, corrosión, evaluación de impacto ambiental e ingeniería, a fin de

que pueda interactuar con los especialistas en esas áreas que participan en el proyecto. Se trata de que el producto principal de éste, los tres palafitos, sea resultado de la labor conjunta de usuarios y especialistas, y no sólo una propuesta técnica, por adecuada que sea, de estos últimos (figura 8). Los usuarios, además de vivir en los palafitos, darán seguimiento al impacto ambiental de sus viviendas, vigilarán su respuesta a la corrosión ambiental y las evaluarán en términos arquitectónicos.

Limitaciones y obstáculos

En la investigación participativa, definida como lo hacemos nosotros, es necesario reconocer, con todas sus implicaciones, que las comunidades con las que se trabaja son agentes de su propio desarrollo y tienen capacidad para aprender, analizar, investigar, experimentar y tomar decisiones por su propia cuenta; si no lo hacen con mayor frecuencia es porque carecen de las condiciones mínimas para ello.

Uno de los más importantes aprendizajes que hemos logrado en estos siete años de trabajo de IP en el Puerto es que debemos respetar los tiempos y formas de organización de la comunidad, para que podamos lograr los objetivos que nos hemos propuesto. Además, hemos encontrado que, conforme a lo planteado por la teoría de IP, es posible que la gente de las comunidades rurales pobres, con bajo nivel educativo formal, analice y estudie los problemas que le aquejan, que tome decisiones viables para resolverlos y que lleve a cabo acciones para solucionarlos.

Los acompañantes somos simplemente otras personas, diferentes, pero no superiores a los miembros de la comunidad con quienes trabajamos: tenemos otros saberes y experiencias, pero eso no implica de manera necesaria que conozcamos mejor que ellos su realidad social, cultural, económica y ambiental.

Tal vez lo más importante que hemos aprendido es que juntos, comunidades e investigadores, podemos trabajar bien para el beneficio de aquéllas, en el sentido general que planteó Guillermo Bonfil: el de producir una cultura autónoma¹¹, al hacer posible que comunidades mexicanas pobres se apropien, por decisión propia, de elementos culturales ajenos, como son la investigación científica y tecnológica y sus productos.



En los casi ocho años de trabajo de IP en el Puerto algunos niños se han ido socializando en contacto regular con investigadores de Cinvestav y de la Universidad Autónoma de Yucatán; por lo menos en una ocasión los niños de la primaria del Puerto visitaron la Unidad Mérida de Cinvestav con motivo de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología. Para ellos, los científicos y los centros de investigación e instituciones de educación superior empiezan a ser algo conocido, parte de su cultura cotidiana. Para la comunidad, los científicos y las instituciones han surgido como recursos disponibles para resolver problemas y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

La experiencia esbozada en este trabajo es un esfuerzo por encontrar caminos para solucionar una de las contradicciones esenciales de la cultura mexicana, planteada en términos orgánicos por una antropóloga social: "En el México mestizo que surgió de la domi-

nación española de Mesoamérica, después de la eliminación de las élites prehispánicas, la sociedad tiene la cabeza europea y el cuerpo indígena. Los intelectuales mexicanos, en especial los científicos, piensan en términos europeos, mientras que la mayor parte de la sociedad piensa y siente, en mucho, en términos prehispánicos"¹². Esta esquizofrenia hace mucho, mucho daño a nuestro país y trabajos como el aquí presentado pueden contribuir a eliminarla.

Agradecimientos. El trabajo de investigación participativa mencionado en este artículo ha sido posible gracias al financiamiento del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá (91-0204) entre 1992 y 1994, de la Unidad Mérida de Cinvestav de 1995 a 1999, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (284025) a partir de abril de 1999, y del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (2-99/002) a partir de marzo de 2000.



Notas

1. M.D. Cervera, *Avance y Perspectiva* **15**, 159 (1996).
2. Participaron investigadores de la entonces Sección de Ecología Humana de la Unidad Mérida del Cinvestav y del Área Biomédica del Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi" de la Universidad Autónoma de Yucatán.
3. A. Schutter, Investigación participativa: una opción metodológica para la educación de adultos (CREFAL, Retablo de Papel **3**, 1981).
4. A. Schutter y B. Yopo, Desarrollo y perspectiva de la investigación participativa, y Segundo Seminario Taller sobre Metodología de Investigación Participativa (CREFAL, 1982).
5. B. Yopo, La Investigación Participativa. Una alternativa metodológica para el desarrollo, Curso Taller Regional Sobre Educación de Adultos y Desarrollo Rural Integrado (CREFAL, 1982); Metodología de la Investigación Participativa Cuadernos del CREFAL **16** (1985).

6. H. Barquera, Una Revisión Sintética de Investigación Participativa, Cuadernos del CREFAL **18** (1986).

7. S. Van Dijk, y S. Durón, *Participando una Experiencia de Educación Popular* (UAM-I, 1986).

8. Se emplea el término investigación en su acepción más común de "empleo de los medios necesarios para aclarar o descubrir algo", *Clave. Diccionario de uso del español actual*, (Ediciones SM, Madrid, 1997). No se refiere aquí a la investigación científica, actividad altamente especializada y formalizada.

9. La descripción socioeconómica del Puerto está basada en dos fuentes: el Microdiagnóstico, elaborado por personal del Centro de Salud de la Secretaría de Salud en la comunidad (1998) y la información obtenida en campo por una de nosotros (T.C.) como parte de su investigación doctoral, *Las relaciones de género en los ámbitos de participación comunitaria. Un enfoque antropológico*.

10. F. Dickinson, Estudio etnobiológico en un municipio henequenero de Yucatán, informe técnico final sometido al Conacyt (1996).

11. G. Bonfil, *Pensar nuestra cultura* (Alianza Editorial, 1991).

12. S. Terán, comunicación personal.



Sobre $1 + 1 = 0$: grupos y simetría

Miguel Socolovsky

Para Alberto Szpunberg

En este artículo se muestra cómo una elección adecuada del "1" y del "0" da sentido a la igualdad $1+1=0$. La respuesta se halla en el contexto de la teoría de los grupos, que se describe brevemente, mencionándose su relación con simetrías y leyes de conservación en la naturaleza. Se dan ejemplos de grupos de matrices relacionados con las interacciones electrodébil, fuerte y gravitacional, y se examinan algunas de sus propiedades geométricas; en particular, se muestra la relevancia de ciertas esferas. La noción fundamental es la de grupo. La importancia de los grupos en la naturaleza es que éstos describen sus simetrías y como consecuencia de éstas se tienen leyes de conservación. Por ejemplo, la invariancia de una teoría por traslaciones temporales da como resultado la conservación de la energía. Luego comentaremos con más detalle sobre este hecho y veremos que algunos grupos tienen una interpretación geométrica sencilla.

Un grupo G es un conjunto de elementos $a, b, c, \dots$ en el cual hay definida una operación, a la que denotaremos por $*$, que a dos elementos cualesquiera del conjunto asocia un tercer elemento: si a y b están en G entonces $a*b$ también está en G , con las siguientes propiedades¹:

(1) Si a, b y c están en G , entonces $(a*b)*c = a*(b*c)$. Esta propiedad, que se llama asociatividad, significa que da lo mismo hacer la operación entre a y b , y luego hacerla con c , que primero hacer b con c , y luego con a .

(2) En el conjunto existe un elemento I al que llamaremos identidad o neutro, tal que $a*I = I*a = a$ para todo a en G .

El Dr. Miguel Socolovsky es investigador titular del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. Correo electrónico: socolov@sisisa.podernet.com.mx.

(3) Para cada elemento a en G existe un elemento a^{-1} en G llamado el inverso de a tal que $a \cdot a^{-1} = a^{-1} \cdot a = I$. Como $I \cdot I = I$ es claro que el inverso de la identidad es ella misma: $I^{-1} = I$.

En general ocurre que $a \cdot b$ no es lo mismo que $b \cdot a$, la operación no es conmutativa. Cuando sí lo es se dice que el grupo es abeliano (por el matemático Abel). Para abreviar, se denota a la estructura anterior por $(G, *)$. Si el número de elementos de un grupo es infinito, se dice que el grupo es infinito. De lo contrario, se dice que es finito. En el primer caso la infinitud puede ser numerable: los elementos del conjunto se pueden contar (como es el caso de los números enteros) o no numerable (como es el caso de los números reales o recta real). Se demuestra fácilmente que la identidad y los inversos son únicos. Un subconjunto H de G es un subgrupo de G ($G > H$) si $(H, *)$ es un grupo. Veamos algunos ejemplos.

(1) Consideremos los números enteros: 0, 1, -1, 2, -2, 3, -3, ...; se trata de un conjunto infinito numerable. La operación $*$ es la suma $+$. Este grupo se denota por $(\mathbb{Z}, +)$. El neutro es el número cero, $I = 0$, ya que $0 + n = n + 0 = n$ para cualquier número entero n , y el inverso de n es $-n$, $n^{-1} = -n$, ya que $n^{-1} = -n$. Como $n + m = m + n$ cualesquiera que sean m y n , $(\mathbb{Z}, +)$ es un grupo abeliano.

(2) Consideremos todas las "rotaciones de un disco": todos los ángulos de 0° a 360° . La operación $*$ está dada por $\alpha * \beta = \alpha + \beta$ si $\alpha + \beta$ es menor que 360° , y $\alpha * \beta = \alpha + \beta - 360^\circ$ en caso contrario. Claramente la rotación de 0° "no hace nada" y es la identidad, y para cualquier rotación existe la rotación inversa $\alpha^{-1} = 360^\circ - \alpha$, el complemento de α con respecto a 360° . Como los ángulos pueden variar continuamente de 0° a 360° , se trata de un grupo infinito no numerable. Cada rotación puede representarse por un punto de una circunferencia de radio arbitrario, por ejemplo de radio 1. Por lo tanto las rotaciones forman una figura geométrica, la circunferencia, que se puede identificar con una esfera de dimensión 1. Al grupo se le denota por S^1 (S por *sphere* y 1 por la dimensión).

(3) El grupo más sencillo es el que tiene un sólo elemento: la identidad. Se le llama el grupo trivial (no puede haber un grupo vacío, ya que la identidad debe

pertenecer al grupo por la propia definición de la estructura).

(4) Veamos si existe un grupo de dos elementos. Sean éstos I y A . Se debe cumplir $I \cdot I = I$ y $A \cdot I = I \cdot A = A$. Nos queda por determinar $A \cdot A$. Si $A \cdot A = A$, operamos con el inverso de A , que debe existir por tratarse de un grupo: $(A \cdot A) \cdot A^{-1} = A \cdot A^{-1}$; pero $A \cdot A^{-1} = I$ y $(A \cdot A) \cdot A^{-1} = A \cdot (A \cdot A^{-1}) = A \cdot I = A$. Por lo tanto hemos obtenido $A = I$, lo que es una contradicción pues por hipótesis el grupo tiene dos elementos y no uno. Luego, $A \cdot A \neq A$ y la única otra posibilidad es $A \cdot A = I$, i.e. A es su propio inverso. Es fácil verificar que entonces la tabla de multiplicación

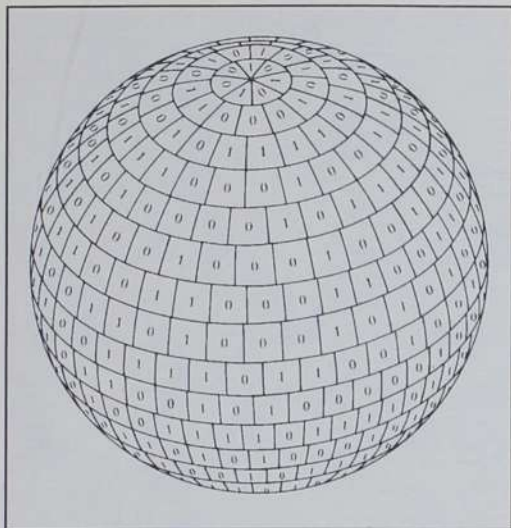
$*$	I	A
I	I	A
A	A	I

satisface todas las propiedades de un grupo y define el grupo de dos elementos, al que se denota por $\mathbb{Z}_2$: "enteros módulo 2". También se le llama grupo cíclico de dos elementos, en oposición a los enteros $(\mathbb{Z}, +)$ al que se le llama grupo cíclico infinito. Un grupo G es cíclico si existe un elemento a de G tal que cualquier elemento de G es una potencia entera de a , a un tal a se le llama un generador de G . Así, por ejemplo, $\mathbb{Z}_2$ tiene un sólo generador: A , mientras que $\mathbb{Z}$ tiene dos generadores posibles: I y $-I$. Por supuesto, $\mathbb{Z}_2$ es un grupo finito. Si llamamos: $I=0$, $A=1$ y $*$ es $+$ tenemos la tabla

$+$	0	1
0	0	1
1	1	0

En particular, $1+1=0$. La estructura obtenida en $\mathbb{Z}_2$ no es menos real, en el sentido ontológico, que la de los enteros $\mathbb{Z}$. La asignación de los símbolos 0 para I , 1 para A , y $+$ para $*$ es arbitraria, lo importante es la existencia de la estructura abstracta, y ésta es independiente de cualquier representación o asignación. La misma estructura abstracta se tiene con los números 1 y -1, donde la operación $*$ es la multiplicación usual:

$\cdot$	1	-1
1	1	-1
-1	-1	1



En esta realización el grupo $\mathbb{Z}_2$ es la pareja formada por el conjunto $\{-1, 1\}$ y la operación, $(\{1, -1\}, \cdot)$. Podemos nuevamente interpretar al grupo en forma geométrica: el 1 y el -1 son los únicos números que equidistan, ambos a distancia 1, del 0 en la recta real, por lo que constituyen una esfera de dimensión 0, S^0 ; por lo tanto $\mathbb{Z}_2 = S^0$. Notemos que la correspondencia $+ \rightarrow \cdot$, $0 \rightarrow 1$ y $1 \rightarrow -1$ establece una equivalencia entre las realizaciones aditiva (+) y multiplicativa ($\cdot$) de $\mathbb{Z}_2$. En teoría de grupos tales equivalencias se denominan isomorfismos. Si el isomorfismo entre dos grupos G y G' es canónico, "natural", entonces los grupos se pueden identificar y escribimos $G=G'$. Otra manera natural de ver el grupo $\mathbb{Z}_2$ en su forma aditiva es dividir los enteros en pares (P) e impares (I) y definir la suma + por representantes, i.e. $P+P=P$, $I+I=P$ pues la suma de dos números pares (impares) cualesquiera es un número par, y $P+I=I+P=I$ pues la suma de un número par (impar) y un número impar (par) cualesquiera es un número impar. Así se tiene la tabla

+	P	I
P	P	I
I	I	P

y es clara la correspondencia $0 \rightarrow P$ y $1 \rightarrow I$.

(5) Hemos visto que las esferas de dimensiones 0 y 1, respectivamente S^0 y S^1 , tienen estructura de grupo. Sorprendentemente la esfera de dimensión 3, S^3 también es un grupo, infinito no numerable al igual que S^1 , pero con una operación * que no es conmutativa: S^3 no es un grupo abeliano. Es posible mostrar que estas son las únicas esferas que tienen estructura de grupo². ¿Qué es S^3 ? Los puntos de la recta se denotan con una coordenada x , los del plano con dos coordenadas (x,y) , los del espacio 3-dimensional con tres coordenadas (x,y,z) , los del espacio 4-dimensional por 4 coordenadas (x,y,z,t) . La esfera S^3 son todos los puntos de este espacio que equidistan del origen de coordenadas, el punto $(0,0,0,0)$, en una distancia igual a 1: (x,y,z,t) pertenece a S^3 si $x^2+y^2+z^2+t^2=1$; éste no es otra cosa que el teorema de Pitágoras en 4 dimensiones: recordemos que en 2 dimensiones (x,y) pertenece a S^1 si $x^2+y^2=1$ y en 3 dimensiones (x,y,z) pertenece a S^2 si $x^2+y^2+z^2=1$.

Si entre los puntos de S^3 definimos el producto:

$$(x,y,z,t)(x',y',z',t') = (xx'-yy'-zz'-tt', yx'+xy'+zt'-tz', xz'+zx'+ty'-yt', xt'+x't+yz'-zy')$$

se puede verificar que se cumplen los axiomas de grupo: el resultado de la multiplicación está en S^3 , el producto es asociativo, $I=(1,0,0,0)$ es el elemento neutro, y el inverso de (x,y,z,t) es $(x,-y,-z,-t)$.

(6) Grupos de matrices. Las matrices con elementos r_{ij} , $i, j=1, \dots, n$ en los números reales ($\mathbb{R}$) y determinante ($\det$) distinto de cero, conjuntamente con la multiplicación ordinaria de matrices forman el "grupo general lineal en n dimensiones (o variables) reales", que se denota por $GL_n(\mathbb{R}) = \{r_{ij}\}$. De la no conmutatividad del producto de matrices, salvo para el caso $n=1$ con $GL_1(\mathbb{R}) = \mathbb{R} - \{0\}$: "la recta agujereada", los grupos son no-abelianos. Claramente, el número de parámetros reales independientes de una matriz de $GL_n(\mathbb{R})$ es n^2 : su dimensión como variedad, $\dim(GL_n(\mathbb{R}))$, es n^2 .

Cuando $\mathbb{R}$ se reemplaza por los números complejos $\mathbb{C} = \{z | z=x+iy; x,y \in \mathbb{R}, i^2=-1\}$, una definición análoga al caso real da el "grupo general lineal en n dimensiones (o variables) complejas", $GL_n(\mathbb{C}) = \{z_{ij}\}$. Claramente, $\dim(GL_n(\mathbb{C})) = 2n^2$, y $GL_1(\mathbb{C}) = \mathbb{C} - \{0\}$: "el plano agujereado". Para $n \geq 2$ los grupos son no-abelianos. En particular $SL_2(\mathbb{C})$ consta de los elementos de $GL_2(\mathbb{C})$ con determinante 1, y se tiene $\dim(SL_2(\mathbb{C})) = 6$.

Los grupos de los ejemplos 2, 4 y 5 anteriores son subgrupos de estos grupos de matrices:

(2) $C-\{0\} > S^1 = U(1)$: "grupo unitario en 1 dimensión compleja" con $z_{11} = z$ y $|z| = 1$, o bien $GL_2(\mathbb{R}) > S^1 = SO(2)$: "grupo especial ortogonal en 2 dimensiones reales" con $r_{11} = r_{22} = c$, $r_{12} = -r_{21} = s$ y $c^2 + s^2 = 1$ (es usual la identificación $c = \cos \varphi$ y $s = \sin \varphi$ donde $\varphi \in [0, 2\pi)$).

(4) $\mathbb{R}-\{0\} > Z_2 = O(1)$: "grupo ortogonal en 1 dimensión real".

(5) $GL_2(\mathbb{C}) > SU(2)$: "grupo especial unitario en 2 dimensiones complejas", con $z_{11} = z_{22} = z$, $z_{12} = -z_{21} = w$ y $|z|^2 + |w|^2 = 1$. El isomorfismo canónico $\rho: S^3 \rightarrow SU(2)$ está dado por

$$\rho(x_1, x_2, x_3, x_4) = \begin{pmatrix} x_1 + ix_2 & x_3 + ix_4 \\ -x_3 + ix_4 & x_1 - ix_2 \end{pmatrix}$$

El grupo de rotaciones del espacio euclidiano ordinario $\mathbb{R}^3$ es el "grupo especial ortogonal en 3 dimensiones reales": $SO(3)$, subgrupo de $GL_3(\mathbb{R})$ dado por las matrices A ortogonales ($A^T = A^{-1}$ donde $A^T_{ij} = A_{ji}$ es la matriz traspuesta de A) con $\det A = 1$. Existe una función suprayectiva (proyección) canónica 2 a 1, $\phi: SU(2) \rightarrow SO(3)$ que preserva la multiplicación (homomorfismo), i.e. $\phi(AB) = \phi(A)\phi(B)$ y que es de importancia³ en la descripción de partículas cuánticas de espín 1/2. Damos aquí la forma explícita de esta función:

$$\phi \begin{pmatrix} z & w \\ -w & z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \operatorname{Re} z^2 - \operatorname{Re} w^2 & \operatorname{Im} z^2 + \operatorname{Im} w^2 & -2 \operatorname{Re} zw \\ -\operatorname{Im} z^2 + \operatorname{Im} w^2 & \operatorname{Re} z^2 + \operatorname{Re} w^2 & 2 \operatorname{Im} zw \\ 2 \operatorname{Re} zw & 2 \operatorname{Im} zw & |z|^2 - |w|^2 \end{pmatrix}$$

con

$$\phi \begin{pmatrix} z & w \\ -w & z \end{pmatrix} = \phi \begin{pmatrix} -z & -w \\ w & -z \end{pmatrix}.$$

De la composición de f con r resulta

$$\phi \circ \rho(x_1, x_2, x_3, x_4) =$$



$$= \begin{pmatrix} x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 + x_4^2 & 2(x_1x_2 + x_3x_4) & 2(-x_1x_3 + x_2x_4) \\ 2(-x_1x_2 + x_3x_4) & x_1^2 - x_2^2 + x_3^2 - x_4^2 & 2(x_1x_4 + x_2x_3) \\ 2(x_1x_3 + x_2x_4) & 2(x_2x_3 - x_1x_4) & x_1^2 + x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 \end{pmatrix}$$

Esta fórmula (o la anterior) es muy útil, ya que nos da explícitamente todas las rotaciones de $\mathbb{R}^3$ a partir de los puntos de la 3-esfera.

Simetrías y leyes de conservación

Hemos visto varios ejemplos de grupos. En particular S^1 y S^3 juegan un papel muy importante en la física. En los últimos 30 años ha quedado confirmado experimentalmente que el grupo que consiste de todas las parejas (α, q) , donde α está en S^1 y q en S^3 , al que se denota por $S^1 \times S^3$ y donde la multiplicación es $(\alpha, q)(\alpha', q') = (\alpha\alpha', qq')$ es el grupo de simetría de la teoría que describe las fuerzas electromagnéticas y las fuerzas nucleares débiles (la radiación β por ejemplo es causada



por estas últimas, mientras que la luz es un fenómeno puramente electromagnético⁴. Que $S^1 \times S^3$ sea una simetría significa que la teoría mencionada se describe en términos de cantidades (campos) que dependen del espacio-tiempo M de la relatividad especial (espacio de Minkowski), tomando valores, cada una, en algún $\mathbb{C}^n$ o $\mathbb{R}^m$, y que se transforman bajo la acción del grupo, dando los mismos valores, para las cantidades observables, que los predichos por los campos originales. Estas transformaciones se llaman transformaciones de norma. Si G es el grupo en cuestión, por ejemplo $G=S^1 \times S^3$, entonces una transformación de norma es una función diferenciable⁵ $M \rightarrow G$. En este nivel es necesario tomar en cuenta la estructura topológica y diferenciable de los grupos: los G son entonces grupos de Lie⁶. Es importante mencionar que en cada punto de M la elección del elemento de G puede ser arbitraria (excepto por la continuidad) y exige la presencia de los campos de fuerza (o norma)⁷. La estructura de este fenómeno la podemos ver en el contexto de la ecuación de Schrödinger para una partícula de masa m en un potencial V ,

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V \right) \psi$$

donde $\hbar$ es la constante de Planck h dividida por 2π , y $\psi = \psi(x, t)$ es la función de onda (compleja) de la partícula. Ante un cambio de fase global $\psi \rightarrow e^{i\theta} \psi$, con $\theta \in [0, 2\pi)$, la ecuación permanece invariante. No ocurre lo mismo si $\theta = \theta(x, t)$; sin embargo, es fácil verificar que la invariancia se mantiene si los operadores $\partial/\partial t$ y ∇ se reemplazan por $\partial/\partial t + \phi$ y $\nabla + \vec{A}$ respectivamente, donde los campos de norma ϕ y $\vec{A}$ se transforman, al mismo tiempo que ψ , en la forma $\phi \rightarrow \phi - i\partial\theta/\partial t$ y $\vec{A} \rightarrow \vec{A} - i\nabla\theta$. Este ejemplo sencillo, con unidades y constantes apropiadas y generalizado al caso relativista, es el caso de la electrodinámica, $(\phi, \vec{A})$ es el campo del fotón, y ψ representa partículas cargadas eléctricamente⁹.

Las funciones $M \rightarrow G$ constantes están en biyección con G y constituyen las transformaciones de norma globales (en el sentido de la física). Para cada dimensión de G (con más precisión, para cada generador del álgebra de Lie de G), el teorema de Noether⁴ asegura la existencia de una cantidad conservada (precisamente el generador del álgebra de Lie mencionado). Los grupos discretos, como $\mathbb{Z}_2$ o $\mathbb{Z}$ tienen dimensión cero, y por lo tanto no tienen cantidades conservadas asociadas. Ilustraremos este teorema en el marco de la mecánica clásica no-relativista, para los casos de la energía y los momentos lineal y angular⁸.

Un sistema mecánico de N partículas en $\mathbb{R}^3$ se describe por medio de una función real de N vectores posición r_i , $i=1, \dots, N$, de sus derivadas con respecto al tiempo (velocidades) $\dot{r}_i$, y del tiempo t , llamada lagrangiano: $L = L(r_i, \dot{r}_i; t)$. Las ecuaciones de movimiento para este sistema de partículas se obtienen a partir de un principio variacional y llevan el nombre de Euler-Lagrange. Es un conjunto de ecuaciones diferenciales parciales cuya solución queda bien determinada al especificar las condiciones iniciales del movimiento del sistema de N partículas. Sin necesidad de resolver de manera explícita estas ecuaciones diferenciales es posible obtener información muy útil sobre el sistema de N partículas. En particular, se pueden derivar leyes de conservación para algunas cantidades físicas a partir de restricciones sobre la función lagrangiana que están asociadas de manera intuitiva con simetrías del sistema y entonces con las propiedades asociadas a los grupos. Por ejemplo:

(a) Si el lagrangiano no depende de manera explícita del tiempo (simetría: invariancia ante traslaciones del

tiempo), entonces la energía total del sistema se conserva, es decir $E = \text{constante}$. En el lenguaje de teoría de grupos, la relación entre un lagrangiano antes y después de realizar una traslación en el tiempo por un intervalo finito τ está dada por $L' = U(\tau)L$, donde $U(\tau) = \exp(\tau \frac{d}{dt})$, que indica que el operador diferencial $\frac{d}{dt}$ es el operador que genera la evolución temporal (traslaciones en el tiempo) del sistema. Dado que $U(\tau_1)U(\tau_2) = U(\tau_1 + \tau_2)$ se sigue que el grupo de transformaciones asociadas a esta simetría es $(\mathbb{R}, +)$.

(b) De manera similar, la invariancia del lagrangiano $L = L(r_k, \dot{r}_k, t)$ ante una traslación de sistema de coordenadas (simetría: homogeneidad del espacio) genera la conservación de la cantidad de movimiento total del sistema $p = \sum p_k = \text{constante}$, donde $p_k = \partial L / \partial \dot{r}_k$ corresponden al momento lineal de cada partícula ($k = 1, 2, \dots, N$). El grupo de simetría en este caso es $(\mathbb{R}^3, +)$ y los operadores que generan las transformaciones asociadas al desplazamiento espacial del sistema son $\partial / \partial r_k$ y sus componentes en $\mathbb{R}^3$ conmutan entre sí. Lo mismo vale para las componentes vectoriales del operador de momento lineal total P .

(c) Por otra parte, si exigimos que el lagrangiano sea invariante ante rotaciones del sistema de coordenadas (simetría: isotropía del espacio) se obtiene la ley de conservación del momento angular total del sistema de partículas $M = \sum_{k=1}^N r_k \times p_k$. Los generadores de las rotaciones son las componentes de esta cantidad física con $p_k = \partial L / \partial \dot{r}_k$. En este caso, sin embargo las componentes cartesianas de este operador no conmutan entre sí y el grupo de simetría es $SO(3)$.

Conviene enfatizar que los operadores asociados a estas transformaciones (traslaciones en el tiempo y el espacio, rotaciones espaciales) son esencialmente los mismos para un sistema cuántico de N partículas.

El grupo de simetría de las fuerzas nucleares fuertes (responsables de la atracción protón-protón, protón-neutrón y neutrón-neutrón en los núcleos atómicos)⁹ no es una esfera; sin embargo, se obtiene en forma única a partir de un "producto torcido" de dos de ellas: la S^5 y la S^3 , dando por resultado un espacio de 8 dimensiones: el

"grupo especial unitario en 3 dimensiones complejas" y que se denota por $SU(3)$. Conjuntamente con el producto ordinario $S^5 \times S^3$, estos dos espacios son los únicos " S^3 -haces fibrados principales sobre S^5 ". La noción de haz fibrado -en particular de haces vectoriales y principales- es uno de los conceptos más importantes de la matemática de este siglo¹⁰; la idea básica es la de tener espacios formados por subespacios, cada uno de los cuales es un producto de dos espacios (localidad), aunque considerado en su totalidad, globalmente, el espacio en cuestión no sea un producto; el ejemplo más conocido es el de la banda de Moebius, que localmente es el producto de partes "abiertas" de la circunferencia por el intervalo numérico $[0, 1]$, pero globalmente no es $S^1 \times [0, 1]$. La relevancia de los haces fibrados en la física radica en que, en las teorías mencionadas arriba, los campos de fuerza (fotones, bosones Z y W , y gluones) y los campos de materia (leptones y quarks), se representan de manera natural por ciertas funciones definidas en los haces: conexiones (fuerzas) y secciones (materia)¹¹.

En lo que respecta a la fuerza de gravitación, juega un papel importante (aunque no exhaustivo) el grupo propio de Lorentz $SO^+(3, 1)$ (la componente conexa (c) del grupo especial (S) ortogonal (O) en 3 (espacio) + 1 (tiempo) dimensiones) considerado, como en los casos anteriores, como grupo de norma (gauge)¹². Como subgrupo de $GL_4(\mathbb{R})$, $SO^+(3, 1)$ está dado por las matrices $\Lambda = (\Lambda_{\mu\nu})$, $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$ que cumplen: $\Lambda^T \eta \Lambda = \eta$ con Λ^T la matriz traspuesta de Λ , $\det \Lambda = 1$, y $|\Lambda_{00}| \geq 1$, y η la matriz

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Al igual que en el caso de dimensión 3, existe un homomorfismo canónico suprayectivo 2 a 1, $\psi: SL_2(\mathbb{R}) \rightarrow SO^+(3, 1)$ ¹³. El grupo $SO^+(3, 1)$, de 6 dimensiones, es equivalente al grupo de transformaciones conformes o grupo de Moebius de la esfera S^2 , $\text{Conf}(S^2)$; es claro que este último queda determinado unívocamente por S^2 , también llamada esfera de Riemann. Las transformaciones conformes son funciones analíticas invertibles de la esfera en la esfera que preservan los ángulos entre curvas que se cortan y que, en cada punto, multiplican por un número positivo fijo (escala) a todos

los vectores tangentes a la esfera en ese punto. Dado que la esfera de Riemann es la compactificación de $\mathbb{C}$ por el

punto al infinito ∞ (ver abajo). Sea $g = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ un

elemento de $GL_2(\mathbb{R})$, definimos entonces una transformación de Moebius m de la siguiente manera: si $c \neq 0$

$$z \rightarrow \begin{cases} \frac{az+b}{cz+d} & z \neq -d/c \\ \infty & z = -d/c \end{cases}$$

$y \rightarrow a/c$; y si $c=0$

$$\begin{cases} z \rightarrow az/c + b/d \\ \infty \rightarrow \infty \end{cases}$$

Es posible verificar que $\lambda: SL_2(\mathbb{C}) \rightarrow \text{Conf}(S^2)$, con $\lambda(g/\sqrt{\det g}) = m$ dada por la fórmula anterior, es un homomorfismo 2 a 1 de grupos, con $\lambda(\pm g/\sqrt{\det g}) = m$. Por otra parte, $\psi(\pm g/\sqrt{\det g}) = \ell \in SO^+(3,1)$ es el homomorfismo mencionado antes. Entonces $\tau: SO^+(3,1) \rightarrow \text{Conf}(S^2)$, $\tau(\ell) = m$ es el isomorfismo buscado.

Aunque no son simetrías exactas, las transformaciones de inversión espacial o paridad $P: (x,y,z) \rightarrow (-x,-y,-z)$, inversión temporal $T: t \rightarrow -t$, y conjugación de carga $C: \text{partícula} \rightarrow \text{antipartícula}$ juegan un papel fundamental, estando cada una de ellas representada por el grupo $\mathbb{Z}_2$. Sin embargo, existen fuertes razones teóricas para creer que el producto de las tres transformaciones juntas, CPT , es una simetría exacta de la naturaleza.

El grupo de simetría del modelo estándar⁵ de las interacciones electrodébiles y fuertes, y además de las gravitacionales, contiene entonces al producto¹⁴

$$(S^0)^3 \times S^1 \times S^0 \times SU(3) \times \text{Conf}(S^2).$$

Finalmente, las ecuaciones de Maxwell del campo electromagnético admiten un grupo de simetría de 15 dimensiones, el grupo conforme del espacio-tiempo de Minkowski de 4 dimensiones¹⁵. Este grupo está relacionado con el grupo propio de Lorentz $SO^+(5,1)$ que a su vez es equivalente al grupo conforme de la esfera S^4 , $\text{Conf}(S^4)$. La definición de las transformaciones conformes en este caso es análoga a la de S^2 .

Comentario final

Vemos que las esferas S^0 , S^1 , S^2 , S^3 , S^4 y S^6 juegan un papel importante en la naturaleza. Por ello, es interesante hacer la siguiente observación de índole estrictamente matemática: S^0 , S^2 y S^4 son respectivamente las compactificaciones por un punto (cpt) de un punto, de los números complejos y de los quaterniones, siendo estos dos últimos la complexificación (cpx) y la quaternización (quat), respectivamente, de los números reales; éstos, a su vez son el álgebra de Clifford (Cliff) de un punto; por otro lado, S^1 y S^3 son respectivamente los complejos y quaterniones unitarios (U), i.e., de valor absoluto 1; finalmente, S^5 aparece en la construcción del haz universal¹⁰ (ξ) de S^1 . Todas estas construcciones, cpt, cpx, quat, Cliff, U, y ξ son canónicas y poseen, algunas de ellas, un carácter de universalidad o naturalidad en el sentido técnico en el marco de la teoría de categorías¹⁶. Dado que en esta última un punto es el conjunto de morfismos del conjunto vacío, éste genera de manera natural todos los objetos mencionados anteriormente. Quizás por esta razón —y probablemente por otras más— no sea tan irrazonable la efectividad de las matemáticas en la física¹⁷.

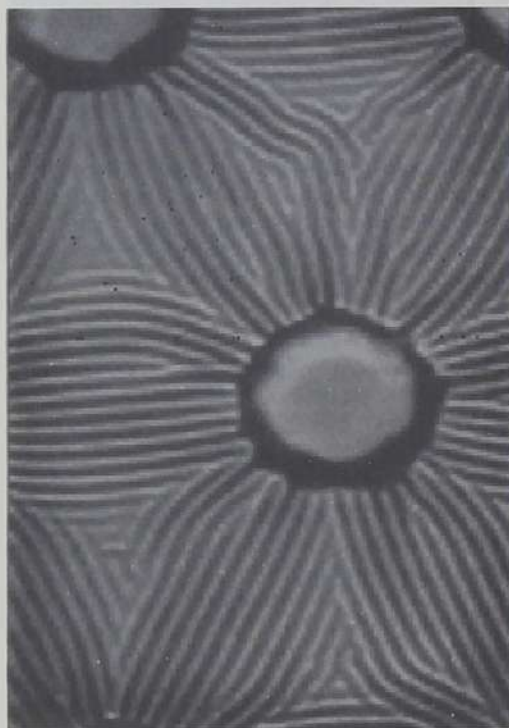


Agradecimientos. El autor agradece al Dr. Marcelo A. Aguilar por la lectura del manuscrito y sus útiles comentarios y sugerencias.

Notas

1. M. Hamermesh, *Group Theory and its Application to Physical Problems* (Dover, Nueva York, 1989).
2. J. Adem, *Algebra Lineal, Campos Vectoriales e Inmersiones*, III Escuela Latinoamericana de Matemáticas, Río de Janeiro, 1976, págs. 351-410 en *Obra Matemática* (El Colegio Nacional, 1992); M.A. Aguilar, S. Gitler y C. Prieto, *Topología algebraica: un enfoque homotópico* (McGraw-Hill, México, 1998).
3. J.J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics* (Benjamin, Menlo Park, California, 1985).
4. J.C. Taylor, *Gauge Theories of Weak Interactions* (Cambridge Univ., 1976).
5. E.S. Abers y B. Lee, *Phys. Rep.* **9**, 1 (1973).

6. M.A. Aguilar, Lie Groups and Differential Geometry, AIP Conf. Proc. **365**, 33 (1996).
7. O. Raifertaigh, *The dawning of gauge theory* (Princeton Univ., 1997).
8. L.D. Landau y E.M. Lifshitz, *Mecánica* (Reverté, Barcelona, 1965).
9. P. Ramond, *Field Theory, A Modern Primer*, (Benjamin, Massachusetts, 1981).
10. N. Steenrod, *The Topology of Fibre Bundles*, (Princeton Univ. Press, (1951).
11. A. Trautman, *Reports on Mathematical Physics* **1**, 29 (1970).
12. F.G. Basombrio, *General Rel. Grav.* **12**, 109 (1980); D. Ivanenko y G. Sardanashvily, *Phys. Rep.* **94**, 1 (1983).
13. R. Penrose, W. Rindler, *Spinors and Space-Time*, Volume 1: Two-Spinor Calculus and Relativistic Fields (Cambridge Univ. Press, 1984).
14. M.A. Aguilar y M. Socolovsky, *Int. J. Theor. Phys.* **38**, 2485 (1999).
15. G. Rosen, *Am. J. Phys.* **40**, 1023 (1972).
16. M.A. Aguilar y M. Socolovsky, *Int. J. Theor. Phys.* **36**, 883 (1997).
17. E.P. Wigner, *Commun. Pure Appl. Math.* **13**, 1 (1960).



Informe de labores 1999

Adolfo Martínez Palomo

1. Presentación

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN ocupa un lugar de preeminencia nacional en la producción científica y en la formación de especialistas e investigadores. La solidez de las investigaciones científicas y tecnológicas de vanguardia que se llevan a cabo en el Cinvestav es el fruto de la originalidad y el rigor de los estudios teóricos y experimentales que realizan sus investigadores. Es sin duda la calidad de la planta académica el factor que mantiene el liderazgo científico de nuestra institución.

El elevado nivel de los recursos humanos que forma el Centro se ha logrado mediante programas de maestría y doctorado de la mejor calidad académica, reconocida por el Conacyt desde que en 1991 integró el Padrón de Posgrados de Excelencia y que en 1997, 1998 y 1999 refrendó, incorporando a todos los programas del Cinvestav.

Durante el inicio del segundo periodo de gestión de la presente administración, 1999-2002, era necesario consolidar e incrementar el proceso y desarrollo en la formación de recursos humanos, y en la calidad de la investigación científica y tecnológica realizada por el Cinvestav, enmarcada en el Plan de Desarrollo Institucional. Al inicio de 1999, las metas institucionales para atender el periodo inmediato eran, entre otras, continuar el apoyo para las estancias posdoctorales de nuestros investigadores en instituciones del extranjero del más

El Dr. Adolfo Martínez Palomo es director general del Cinvestav.

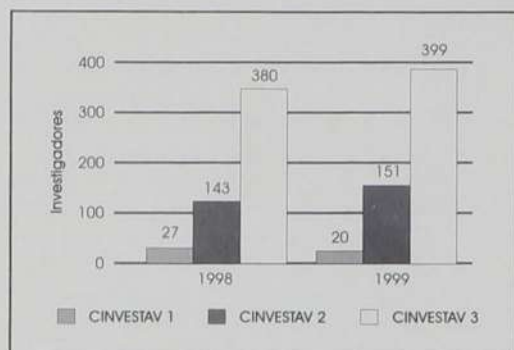


Figura 1. Distribución de la planta de investigadores por categorías académicas.

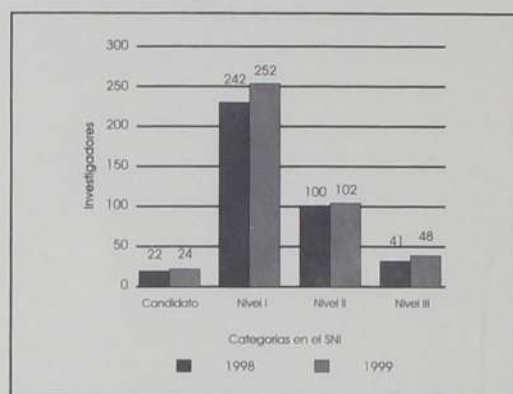


Figura 4. Distribución de investigadores por categoría en el SNI.

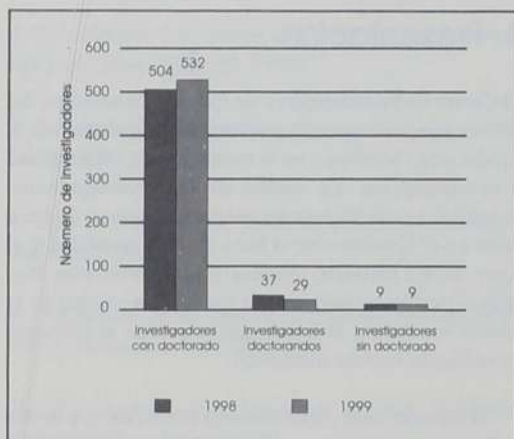


Figura 2. Distribución de investigadores con doctorado.

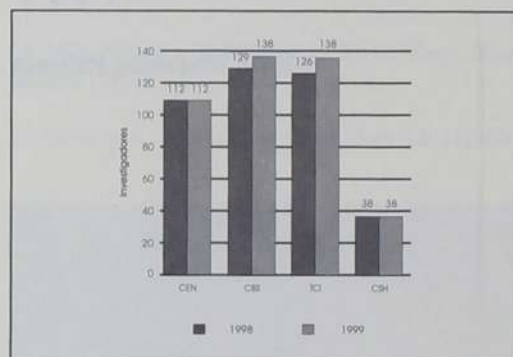


Figura 5. Distribución de investigadores en el SNI por área del conocimiento.

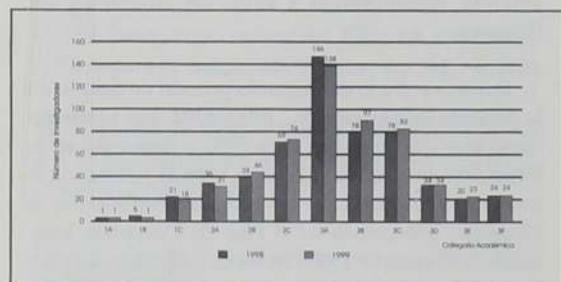


Figura 3. Distribución de investigadores por categoría y nivel académicos.

Tabla 1. Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel I.

Catedrático	Unidad/Departamento	Área
José Ruiz Herrera	Unidad Irapuato	TCI
Octavio Paredes López	Unidad Irapuato	TCI
Luis Herrera Estrella	Unidad Irapuato	TCI
Carlos Beyer Flores	Laboratorio de Tlaxcala	CBS
Adolfo Martínez Palomo	Patología Experimental	CBS
Pedro Joseph Nathan	Química	CEN
Pablo Rudomin Zevnovaty	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	CBS
Marcelino Cerejido Mattioli	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	CBS
Jorge Aceves Ruiz	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	CBS

CEN: Ciencias Exactas y Naturales; TCI: Tecnología y Ciencias de la Ingeniería;
CBS: Ciencias Biológicas y de la Salud

alto prestigio académico, así como la implantación del nuevo programa de estancias en nuestros laboratorios de jóvenes recién doctorados de otras universidades. Se busca que estas metas sean ingredientes adicionales para el enriquecimiento de la atmósfera científica del Centro.

El vigor institucional habría de mantenerse con un balance adecuado de nuestros investigadores más experimentados, cultivando líneas consolidadas, al lado de jóvenes académicos entrenados en áreas vanguardistas. La incorporación de estos últimos seguiría siendo facilitada con apoyos económicos que les permitiera establecer una base inicial de trabajo académico en la institución.

En virtud de que una parte importante de la investigación realizada en el Cinvestav tiene aplicación en el sector industrial, las estrategias de gestión tecnológica propuestas buscarían potenciar y desplegar las capacidades y competencias institucionales con el fin de fortalecer los canales de vinculación con este sector.

Era necesaria la creación de una Subdirección de Vinculación Tecnológica incluyendo al Departamento de Transferencia y Comercialización, lo que permitiría contar con una instancia organizacional adecuada que propiciara y facilitara la transferencia de conocimiento y la tecnología a la planta productiva del país, generando una fuente adicional de financiamiento institucional.

El esfuerzo desplegado en los pasados cinco años por crear órganos e instancias colegiadas, así como por incorporar procedimientos, normas y marcos legales que rijan la vida institucional, habría que continuarse hasta su consolidación y puesta en práctica.

Esta nueva etapa de desarrollo del Cinvestav demandaría una transformación organizacional de la administración central. Una nueva estructura orgánica debería responder a criterios de eficiencia, optimización y competencia, con énfasis de servicio a las áreas de investigación y docencia. Con la misma dimensión del aparato administrativo, la transformación organizacional radicaría en la reorientación de funciones y en la redistribución de personal, con el fin único de apoyar mejor las actividades sustantivas del Centro.

2. Programa de liderazgo Científico

Crecimiento de la planta académica

Nuevas contrataciones. El total de investigadores durante 1999 se incrementó en 3.6% en relación con las cifras de 1998. En la figura 1 se muestra la distribución de la planta actual de investigadores, según la categoría académica.

Investigadores repatriados. En 1999 el Conacyt, a través del Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, otorgó apoyo económico para repatriar a ocho investigadores.

Cátedras patrimoniales. También el Conacyt, a través del Fondo para la Creación de Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel II, aprobó la estancia de 14 investigadores. De igual forma el Conacyt otorgó nueve Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel I a investigadores del Cinvestav (tabla1).

Superación académica

Investigadores doctorandos. Del total de investigadores, 532 tienen el grado de doctor (durante el año, 9 obtuvieron el grado). El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo del 8.3% al 6.6% y el número de investigadores sin inscripción al doctorado disminuyó del 1.6% al 1.5% (figura 2).

Investigadores posdoctorandos. Treinta y un investigadores continuaron o iniciaron estancias posdoctorales en el extranjero.

Promociones de categoría. Como consecuencia del programa de superación académica, el número de investigadores en la categoría de Investigador Cinvestav "1" ha disminuido. En 1998 esta categoría representaba el 4.9% y actualmente representa sólo el 3.5% del total de los investigadores (figura 3).

Distinciones y reconocimientos

Membresía en el SNI. En la promoción 1999 del Sistema Nacional de Investigadores, 426 investigadores del

Tabla 4. Premios y distinciones académicos.

Investigador	Unidad/Departamento	Distinción	Investigador	Unidad/Departamento	Distinción
Jesús González Hernández	Unidad Querétaro	Premio Nacional de Ciencias y Artes 1999, en el campo de tecnología y diseño.	Francisco J. Flores Murrieta	Farmacología y Toxicología	Premio de Investigación 1999 en el área de investigación tecnológica, Academia Mexicana de Ciencias
Adolfo Martínez Palomo	Patología Experimental	Condecoración Eduardo Liceaga, otorgada por la Presidencia de la República Mexicana a través del Consejo de Salubridad General.	Arturo Cueto Hernández	Matemáticas	Premio Weizmann 1999 a la mejor tesis de doctorado en ciencias exactas
Octavio Paredes López	Unidad Irapuato	Premio TWNSO 1998 en el área de la Agricultura, Red de Organizaciones Científicas del Tercer Mundo. "Doctor Honoris Causa", Universidad Autónoma de Sinaloa. Socio fundador de la International Academy of Food Science and Technology.	Tomás D. López Díaz	Genética y Biología Molecular	Premio Weizmann 1999 a la mejor tesis de doctorado en ciencias naturales
Gabriel Guarneros Peña	Genética y Biología Molecular	Premio TWAS 1998 en Biología, Academia de Ciencias del Tercer Mundo	Gabriel Pérez Angel	Unidad Mérida	Premio Jorge Lomnitz Adler 1998, otorgado por el IF-UNAM y la AMC
María de Ibarrola Nicolín	Investigaciones Educativas	Premio Luis Elizondo 1999 Científico y Tecnológico en el área de Educación	Patricio Gariglio Vidal	Genética y Biología Molecular	X Premio Nacional de Investigación Fundación Glaxo Wellcome 1998
Juan José Rivaud Morayta	Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia	Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia 1998	Gabriel López Castro	Física	Premio de Investigación 1999 en el área de ciencias exactas, Academia Mexicana de Ciencias
Jesús Martín Torres	Química	Premio Arturo Rosenbluth 1998	Jesús Calderón Tinoco	Biología Celular	Premio Canifarma 1998, Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica
Ricardo Mejía Zepeda	Bioquímica	Premio Arturo Rosenbluth 1998	Pedro Joseph Nathan	Química	Premio Dr. Mario Molina 1999, Sociedad Química de México
Rafael Gutiérrez Campos	Unidad Irapuato	Premio Arturo Rosenbluth 1998	Isaura Meza Gómez-Palacio	Biomedicina Molecular	Premio de Investigación Médica Roche Syntex 1999
Armando de J. Saldivar G.	Unidad Saltillo	Premio Arturo Rosenbluth 1998	Emilia B. Ferreiro Schiani	Investigaciones Educativas	"Dra. Honoris Causa", Universidad Nacional de Córdoba Argentina
			Lilia González Cerón	Patología Experimental	Mención Honorífica del premio Lola e Igo Flisser/PUIS

Tabla 2. Membresía en el SNI (Planta académica).

Area	Candidato		Nivel I		Nivel II		Nivel III		Total	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
CEN	5	6	55	54	37	31	15	21	112	112
CBS	3	3	81	87	29	32	16	16	129	138
TCI	13	14	80	89	26	26	7	9	126	138
CSH	1	1	26	22	8	13	3	2	38	38
TOTAL	22	24	242	252	100	102	41	48	405	426

Cinvestav formaron parte del SNI, esto representa el 77.45% del total de investigadores adjuntos y titulares con que cuenta el Centro. La distribución de membresía en el SNI, por categoría y nivel, en cada una de las áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav, se presenta en la tabla 2. Los niveles I, II y III se incrementaron en 4.1%, 2% y 17%, respectivamente. En relación con el año anterior, se tuvo un aumento del 5.2% en la membresía en el SNI (figura 4). Por área del conocimiento la información se presenta en la figura 5.

Además del personal académico, 38 estudiantes de doctorado, 15 auxiliares de investigación y 2 instructores cuentan con membresía en el SNI en los niveles que se muestran en la tabla 3. La disminución en el número de estudiantes de doctorado miembros del SNI se debe fundamentalmente a que a partir de 1998 el Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores fue modificado, señalando como requisito en su artículo 1o. que sólo los investigadores o profesores activos de tiempo completo en una institución de educación superior o de investigación podrían ingresar a dicho sistema.

Premios y distinciones. En el mismo periodo, investigadores y estudiantes fueron distinguidos con los premios y reconocimientos indicados en la tabla 4.

Proyectos institucionales de investigación científica y tecnológica

Durante el año de 1999 estuvieron en ejecución 706 proyectos de investigación científica y tecnológica. Esta cantidad representa el total de los proyectos que

Tabla 3. Membresía en el SNI (estudiantes y personal de apoyo).

Categoría	Candidato		Nivel I		Total	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Estudiantes de doctorado	42	36	2	2	44	38
Auxiliares de investigación	2	7	5	8	7	15
Instructores	9	2	-	-	9	2
Total	53	45	7	10	60	55

estuvieron vigentes en al menos algún trimestre del año. El número de proyectos en ejecución durante este periodo, según el área del conocimiento, se presenta en la tabla 5.

El alto número de proyectos que estuvieron en ejecución en algún trimestre de 1999 obedece a que en dicho año iniciaron 213 proyectos, que se sumaron a 493 proyectos iniciados en años anteriores y que todavía se encontraban vigentes en dicho año. En la tabla 6 aparece el número de proyectos que concluyeron y el de proyectos prorrogados en el último trimestre.

El promedio de proyectos en ejecución durante 1999 creció aproximadamente en 3% con respecto al promedio de proyectos en ejecución en 1998 (tabla 7). Por otra parte, el promedio de proyectos en ejecución durante 1999 supera en 18% a las metas programadas para ese año (tabla 8).

Como ya lo mencionamos en anteriores reportes, las diferencias que se observan entre el número de proyectos programados y los ejecutados en las áreas de CBS y TCI obedece a que en 1998 se incluyeron en el área de TCI los proyectos desarrollados en la Unidad Irapuato, y en los años anteriores se consideraban dentro de CBS. El número de proyectos que se desarrolla en TCI responde, entre otras consideraciones, a las políticas de descentralización del Cinvestav. En los últimos años las unidades foráneas, consideradas dentro del Área de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (con excepción de la Unidad Mérida), han recibido un importante impulso con la conversión en Unidades de los laboratorios de Investigación en Materiales de Querétaro y el de Ingeniería Eléctrica y Computación en Guadalajara y el inicio de sus respectivos programas.

Tabla 5. Proyectos de investigación por área del conocimiento.

Área	Núm. de proyectos
CEN	158
CBS	208
TCI	296
CSH	44
Total	706

Tabla 6. Proyectos iniciados y concluidos en 1999.

Área	Proyectos iniciados en el periodo	Proyectos que concluyeron en el periodo	Proyectos que se prorrogaron en el cuarto trimestre
CEN	59	34	12
CBS	61	55	17
TCI	85	108	39
CSH	8	10	9
Total	213	207	77

Tabla 7. Proyectos en ejecución en 1998 y 1999.

Área	Promedio en ejecución en 1998	Promedio en ejecución en 1999
CEN	133	125
CBS	177	179
TCI	243	254
CSH	30	41
Total	583	599

Tabla 8. Proyectos programados y ejecutados en 1999.

Área	Metas programadas 1999	Promedio en ejecución 1999
CEN	149	125
CBS	231	179
TCI	93	254
CSH	35	41
Total	508	599

Apoyos institucionales extraordinarios

Programa JIRA. Por tercer año consecutivo, el Cinvestav convocó a los jóvenes investigadores recién adscritos a este Centro a participar en el Programa JIRA, con el objeto de brindarles un apoyo económico extraordinario, tanto en gasto de operación como de inversión. En el marco del Programa JIRA, el 17 de abril de 1999 el Cinvestav suscribió 14 convenios con profesores jóvenes, para desarrollar proyectos de investigación con una duración de un año (tabla 9).

Tabla 9. Proyectos otorgados en el programa JIRA.

Área	Número de apoyos otorgados
CEN	2
CBS	3
TCI	9
Total	14

Tabla 10. Proyectos aprobados por el Conacyt en 1999.

Área	Número de apoyos otorgados	Montos
CEN	29	21,717,596
CBS	24	24,437,391
TCI	41	36,060,116
CSH	2	139,807
Total	96	82,354,910

Tabla 11. Número total de proyectos con apoyo de Conacyt durante 1999.

Área	Núm. de proyectos apoyados en convocatorias anteriores a 1999	Núm. de proyectos apoyados en la convocatoria 1999	Total
CEN	76	29	105
CBS	110	24	134
TCI	119	41	160
CSH	18	2	20
Total	323	96	419

Proyectos co-financiados. De los 706 proyectos en ejecución durante el año, 570 recibieron apoyo financiero externo como complemento a los recursos fiscales destinados a su desarrollo. El apoyo financiero provino de organismos o agencias nacionales e internacionales de apoyo a la ciencia, o de entidades gubernamentales, lo cual es fruto de los esfuerzos que realizan los investigadores del Cinvestav por conseguir recursos extraordinarios así como de la alta calidad de su trabajo. A continuación, se presenta la información relativa a este tipo de proyectos.

Proyectos con co-financiamiento nacional

(a) *Proyectos de investigación Conacyt.* En el marco del Concurso para el Apoyo a Proyectos de Investigación de la Convocatoria 1999, emitida por Conacyt, los investigadores del Cinvestav sometieron 144 propuestas de investigación para desarrollar durante los próximos dos o tres años. Como resultado de la evaluación académica, el Conacyt aprobó 96 proyectos de investigación, es decir el 67% de las propuestas sometidas, cantidad significativa resultado del reconocimiento de la comunidad académica nacional a la calidad de los proyectos presentados. En la tabla 10 aparece la relación de proyectos apoyados a través de dicha convocatoria en cada área del conocimiento y los montos correspondientes.

Sumados a los 96 proyectos comentados, durante 1999 el Conacyt continuó su apoyo para que en el Cinvestav se desarrollaran 323 proyectos de investigación que iniciaron en años anteriores y que mantuvieron su vigencia durante el año. En la tabla 11, se desglosa por área del conocimiento, la información relativa al total de proyectos de investigación cofinanciados por el Conacyt.

(b) *Proyectos apoyados por entidades nacionales, proyectos intersectoriales.* Durante 1999 estuvieron en ejecución 49 proyectos de investigación co-financiados con 33 entidades. En la tabla 12, aparecen las entidades que financiaron dichos proyectos, el número de proyectos y el área (o las áreas) de conocimiento en las que se desarrollaron.

(c) *Total de proyectos con co-financiamiento nacional.* Estuvieron en ejecución 468 proyectos cofinanciados por alguna agencia nacional. Esta cifra incluye proyectos

Tabla 12. Proyectos intersectoriales ejecutados en 1999.

Institución	Área Cinvestav	Núm. de proyectos
Centro Nacional de Salud Ambiental	CBS	1
Colegio de México	CSH	1
Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO)	CBS	3
Centro Regional de Investigaciones Pesqueras	CBS	1
Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), MacArthur	CBS	2
Consejo Nacional para la Normalización de Competencias	CSH	1
Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET)	CEN, CBS, CSH	3
Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza	CBS	1
Fundación Miguel Alemán	CBS	3
Fundación Guanajuato	TCI	1
Funsalud	CBS	1
Gobierno del Estado de Guanajuato	TCI	1
Instituto Tecnológico de Mérida y Universidad de Chapingo	CBS	1
Instituto Mexicano del Petróleo	CBS	1
Instituto Mexicano del Petróleo	TCI	4
Instituto Mexicano del Seguro Social	TCI	1
Instituto Nacional de Salud Pública	CBS	1
Instituto Nacional de Ecología	CBS	2
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias	TCI	1
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	TCI	1
Instituto Nacional de Pesca	CBS	1
Instituto Politécnico Nacional	TCI	2
Papaya Tabasco	TCI	1
Pronatura	CBS	1
Proyecto Camina, A. C.	CBS	1
Reserva de la Biósfera de Río Lagartos	CBS	1
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap)	CBS, TCI	4
Servicio de Salud de Hidalgo	CBS	1
Secretaría de Salud	CBS	1
Secretaría de Turismo	TCI	1
Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica	CSH	2
Universidad de Guanajuato	TCI	1
Universidad Nacional Autónoma de México	CBS	1
Total		49

Tabla 13. Número total de proyectos con co-financiamiento nacional.

Área	Núm. de proyectos apoyados por Conacyt	Núm. de proyectos con apoyo de entidades nacionales	Total
CEN	105	1	106
CBS	134	27	161
TCI	160	16	176
CSH	20	5	25
Total	419	49	468

Tabla 14. Proyectos de cooperación bilateral.

País	CEN	CBS	TCI	CSH	Total
Alemania	1	4	1		6
Costa Rica			1		1
Cuba		2	1		3
E.E.U.U.	2		1		3
España		2	2		4
Francia	1		8	1	10
Hungría			1		1
Italia			2		2
Japón			1		1
Nicaragua		1			1
Polonia				1	1
Total	4	9	18	2	33

apoyados por Conacyt, así como los proyectos intersectoriales. En la tabla 13 se desglosa esta información por áreas del conocimiento.

Proyectos de investigación con co-financiamiento internacional

El Cinvestav mantiene una estrecha colaboración académica con grupos de científicos que trabajan en instituciones de diversos países. Muestra de ello es que durante 1999 estuvieron en ejecución 102 proyectos con contraparte internacional. Las investigaciones, tanto bilaterales como multilaterales, se han logrado mantener gracias a la ayuda que el Cinvestav ha recibido de distintas agencias de apoyo a la ciencia, ya que los fondos que el Centro destina para ese fin resultan insuficientes.



En los siguientes apartados, presentaremos la información detallada de este tipo de proyectos.

(a) Proyectos de cooperación bilateral, financiamiento Conacyt-Cinvestav. Los proyectos de cooperación bilateral se establecen con la intermediación de la Secretaría de Relaciones Exteriores y al amparo de convenios "marco", suscritos con diversos países. Para su ejecución, estos proyectos reciben apoyo económico del Conacyt y del Cinvestav, así como de las agencias de apoyo a la ciencia y las entidades de investigación de la contraparte internacional. En este tipo de proyectos sólo se otorga apoyo para gastos de viajes de intercambio académico. Estuvieron en ejecución 33 proyectos de cooperación bilateral llevados a cabo con diversos países (tabla 14).

b) Proyectos co-financiados por agencias internacionales de apoyo a la ciencia. Estuvieron en ejecución 69 proyectos de investigación co-financiados por 44 agencias internacionales de apoyo a la ciencia (tabla 15).

Tabla 15. Proyectos co-financiados por agencias internacionales.

Agencia	Área	Núm. de Proyectos	Agencia	Área	Núm. de Proyectos
ANUIES-SEP-Conacyt- Francia	CEN	4	International Plant Genetic Resourcing Institute	CBS	1
ANUIES-SEP-Conacyt- Francia	CBS	2	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	TCI	1
ANUIES-SEP-Conacyt-Consejo Superior Universitario Centroamericano	CBS	1	Institutos Nacionales de Salud Mental (EUA)	CBS	1
ANUIES-SEP-Conacyt-Consejo Superior Universitario Centroamericano	TCI	1	Instituto Pasteur	CBS	1
ANUIES-Embajada de Francia	CSH	1	Muscular Distrophy of America	CBS	1
British Council	CBS	2	National Institutes of Health	CBS	2
Centro de Estudios de Población	CSH	1	Northamerican Wetlands Conservation Council (NAWCC)	CBS	1
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)	CEN	2	Organización Panamericana de la Salud	CBS	1
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)	TCI	1	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	CBS	1
Centro Internacional de Agricultura Tropical	TCI	1	Swedish Foundation for International Cooperation in Research and Higher Education	CBS	1
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	TCI	1	Third World Academy of Sciences	CBS	2
Coastal Center of Texas and Agriculture and Mechanics University	CBS	1	Tropical Disease Research Program	CBS	1
Comisión Europea	CBS	1	UNESCO	TCI	1
Comisión Europea	TCI	2	Universidad de California/Conacyt	CBS	3
Comisión Europea	CSH	3	Universidad de Colorado	CBS	1
Commission for Environmental Cooperation	CBS	1	Universidad de Laval	TCI	1
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica	TCI	1	Universidad de Nueva York	CBS	1
Feed my Sheep Foundation	TCI	1	Universidad de Texas	CBS	1
Fidelcomiso para el Estudio de la Región de América del Norte	CSH	1	Volkswagen Foundation	CBS	1
Fundación Ford	CSH	1			
Fundación Grass	CBS	1	Total		69
Fundación MacArthur	CBS	2			
Fundación MacArthur	TCI	1			
Fundación Rockefeller	TCI	4			
Fundación W. K. Kellogg	CBS	1			
Howard Hughes Medical Institute	CBS	1			
Howard Hughes Medical Institute	TCI	1			
Interamerican Institute for Global Change Research	CBS	1			
International Atomic Energy Agency	TCI	2			
International Center for Genetic Engineering and Biotechnology	TCI	1			
International Foundation for Science	TCI	1			
International Lead Zinc Research Organization	CEN	1			

Tabla 16. Total de proyectos con co-financiamiento internacional.

Área	Núm. de proyectos
CEN	11
CBS	42
TCI	39
CSH	10
Total	102

(c) *Total de proyectos con co-financiamiento internacional.* El número total de proyectos que para su ejecución recibieron apoyo económico internacional fue de 102. Incluye los de cooperación bilateral cofinanciados con el Conacyt, así como los apoyados por organismos y agencias de diversos países (tabla 16).

Tabla 17. Total de proyectos con financiamiento externo.

Área	Núm. de proyectos
CEN	117
CBS	203
TCI	215
CSH	35
Total	570

Tabla 18. Artículos de investigación publicados en 1999.

Área	Núm. de artículos publicados en revistas con factor de impacto	Núm. de artículos publicados en revistas internacionales	Núm. de artículos publicados en revistas editadas en México	Total
CEN	234	33	18	285
CBS	173	16	4	193
TCI	143	33	15	191
CSH		21	11	32
Total	550	103	48	701

Tabla 19. Artículos en revistas internacionales.

Área	Artículos internacionales publicados 1998	Artículos internacionales publicados 1999
CEN	241	267
CBS	138	189
TCI	138	176
CSH	24	21
Total	541	653

Tabla 20. Artículos publicados en memorias de reuniones académicas.

Área	Memorias en congresos internacionales publicados	Memorias en congresos nacionales publicados
CEN	42	16
CBS	8	
TCI	104	26
CSH	31	2
Total	185	44

Tabla 21. Comunicaciones a congresos internacionales.

Área	Congreso internacional
CEN	267
CBS	353
TCI	317
CSH	93
Total	1030

Tabla 22. Libros editados y publicados en 1999.

Área	Edición de Libros	Libros	Capítulos de libros
CEN	2	3	4
CBS	4	5	31
TCI	4	4	33
CSH	4	15	20
Total	14	27	88

Tabla 23. Programas de posgrado ofrecidos por el Cinvestav.

Ciencias Exactas y Naturales (CEN)		
Física	M	D
Física Aplicada	M	D
Fisicoquímica	M	D
Física Teórica		D
Matemáticas	M	D
Química Inorgánica	M	D
Química Orgánica	M	D
Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS)		
Biofísica		D
Biología Celular	M	D
Biología Marina	M	
Biomedicina Molecular	M	D
Bioquímica	M	D
Ciencias Marinas		D
Farmacología	M	D
Fisiología	M	D
Genética y Biología Molecular	M	D
Neurociencias		D
Patología Experimental	M	D
Toxicología	M	D
Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (TCI)		
Biotechnología	M	D
Biotechnología de Plantas	M	D
Ingeniería Eléctrica D.F.	M	D
Ingeniería Eléctrica Guadalajara	M	D
Ingeniería Cerámica	M	
Ingeniería Metalúrgica	M	D
Materiales	M	
Ciencias Sociales y Humanidades (CSH)		
Ecología Humana	M	
Investigaciones Educativas	M	D
Matemática Educativa	M	D

(d) *Total de proyectos con co-financiamiento externo.* El número total de proyectos desarrollados en el Cinvestav durante 1999, que recibieron apoyo económico de agencias o instituciones nacionales o internacionales, asciende a 570 (tabla 17).

Producción científica

Artículos en revistas. El Cinvestav publicó 701 artículos en las revistas científicas especializadas del mayor prestigio. De éstos, el 78% apareció en las mejores publicaciones científicas del área o disciplina respectiva, esto es, revistas que tienen un comité editorial conformado por los especialistas mundiales con mayor reconocimiento. Cuentan con una difusión a nivel internacional y son de las más citadas por la comunidad de expertos. Estas revistas están indizadas por el *Institute for Scientific Information* con un factor de impacto, número que representa el promedio anual de citas que reciben los artículos que se publican en ellas. El 15% restante fue publicado en revistas de circulación internacional y el 7% en publicaciones periódicas editadas en nuestro país (tabla 18).

El Cinvestav publica alrededor del 14% del total de artículos que anualmente se generan en México, y aparecen en revistas con factor de impacto. Esta cifra expresa la alta productividad del Cinvestav, ya que este Centro participa sólo con el 7% del total de miembros del Sistema Nacional de Investigadores. La producción de artículos científicos internacionales (que incluyen los artículos aparecidos en revistas que tienen factor de impacto y los internacionales) se incrementó en un 20% con respecto a la producción generada el año anterior. Las áreas que tuvieron mayor participación en este incremento fueron CBS (con 36%) y TCI (con 27%), tabla 19.

El Cinvestav también hace una importante labor de difusión y divulgación del conocimiento original que se genera en la Institución, no sólo por la edición de la revista *Avance y Perspectiva*, sino porque los investigadores además de escribir artículos para el órgano de difusión del Cinvestav, difunden su trabajo en otras revistas del género. El total de artículos de divulgación científica publicados en el año reportado, ascendió a 41.

Memorias en congresos. La presencia del Cinvestav en los más importantes foros de discusión científica, tanto nacionales como internacionales, es constante. La tabla 20 muestra el número de artículos en extenso que publicaron los investigadores en memorias de congresos nacionales e internacionales. Estas publicaciones cuentan con un comité editorial y los artículos son sometidos a un arbitraje estricto.

Además de la publicación de artículos en memorias, los investigadores del Cinvestav presentaron 1030 comunicaciones en congresos internacionales y nacionales (tabla 21).

Libros y monografías. Los investigadores también participaron en la elaboración de libros especializados, ya como editores, como autores de libros o de capítulos de libros (tabla 22).

Patentes. Durante el año se le otorgaron al Cinvestav seis patentes internacionales, cinco para el área de TCI y una para CEN. Cabe mencionar que la labor en el registro y obtención de patentes internacionales del Cinvestav es destacada, ya que, considerando a las instituciones de educación e investigación en México, nuestro Centro es el que cuenta a la fecha con mayor número de patentes otorgadas en el extranjero.

3. Programa de calidad educativa

Estudios de posgrado

Programas de maestría y doctorado. Durante el periodo estuvieron en operación 25 programas de maestría en ciencias (M) y 25 programas de doctorado en ciencias (D) en las diversas especialidades que se cultivan en el Cinvestav (tabla 23).

En 1999 empezó a operar el programa de Maestría en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Cerámica, en la Unidad Saltillo.

Formación de maestros y doctores en ciencias

Alumnos atendidos. Durante el periodo se atendieron 1881 alumnos en los programas de maestría y doctorado

Tabla 24. Distribución de alumnos de posgrado.

Programa	Alumnos de posgrado	
	1998	1999
Doctorado	738	806
Maestría	1057	1075
Total	1795	1881

Tabla 25. Alumnos de posgrado por área del conocimiento.

Área	Alumnos de posgrado	
	1998	1999
CEN	292	278
CBS	533	545
TCI	732	849
CSH	238	209
Total	1795	1881

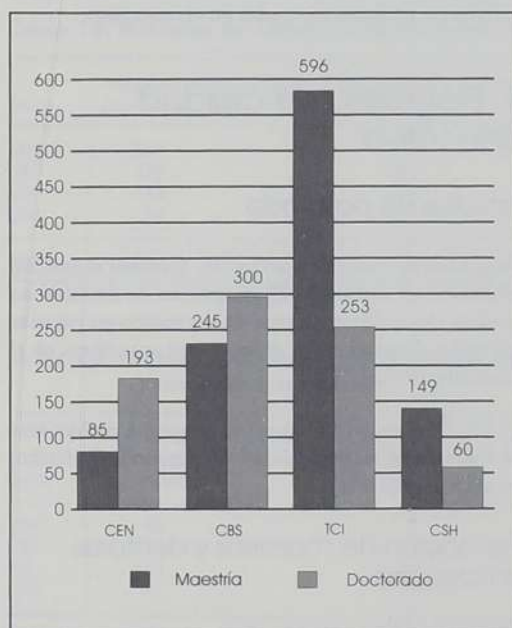


Figura 6. Distribución de estudiantes por área del conocimiento.

Tabla 26. Alumnos atendidos de otras instituciones.

Actividad	Unidad Zacatenco	Unidades Foráneas	Total
Testistas de licenciatura	141	101	242
Servicio social	102	50	152
Prácticas profesionales	19	41	60
Verano de investigación	39	35	74
Testistas de posgrado	44	71	115
Estancias de entrenamiento de posgrado	8	12	20
Total	353	310	663

Tabla 27. Cursos de posgrado impartidos.

Área	1999
CEN	127
CBS	106
TCI	342
CSH	102
Total	677

Tabla 28. Estudiantes graduados.

Área	1998		1999	
	Maestría	Doctorado	Maestría	Doctorado
CEN	24	18	10	23
CBS	78	25	64	24
TCI	76	24	82	27
CSH	34	3	19	4
Total	212	70	175	78

Tabla 29. Estudiantes graduados entre 1995 y 1999.

Año	Graduados	
	Maestría	Doctorado
1995	176	49
1996	171	52
1997	171	78
1998	212	70
1999	175	78

(tabla 24). Esta cifra representa un aumento del 4.8% respecto al año anterior. La distribución de los alumnos atendidos por áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav se muestra en la tabla 25.

En la figura 6 se muestra la distribución de los alumnos en las cuatro áreas del conocimiento y por tipo de programa. En las unidades foráneas del Cinvestav se atendieron 562 alumnos, que representan el 29.9% del total.

Otros alumnos atendidos. Además de los alumnos de los programas de maestría y doctorado se atendieron 426 alumnos de prerequisites, que en relación con los 323 del año anterior, representan un aumento del 31.9%. De éstos, 216 se encontraban en las unidades foráneas. Durante el año se atendieron además 663 estudiantes de otras instituciones, que acudieron al Cinvestav en busca de apoyo del personal académico, dentro de las modalidades que se desglosan en la tabla 26.

Cursos de posgrado impartidos. El número de cursos impartidos fue de 677, de los cuales 236 se realizaron en las unidades foráneas (tabla 27).

Maestros y doctores graduados. Se graduaron 175 maestros en ciencias y 78 doctores en ciencias. Estos datos incluyen 61 maestros en ciencias y 14 doctores en ciencias graduados en las unidades foráneas (tabla 28). El número de graduados en maestría, respecto al año anterior es menor en 17.5%. En cuanto al doctorado, se tiene un incremento del 11.4% en relación con el año anterior. La disminución en la graduación de maestros puede explicarse por las siguientes razones: en algunos programas de maestría los mejores estudiantes pasan al doctorado sin la elaboración de la tesis y por lo tanto sin la obtención del grado, lo que permite acortar el tiempo en la obtención del doctorado y con ello se espera incrementar la graduación de doctores en los próximos años. Por otro lado, si observamos las cifras de graduación de maestros en ciencias de los últimos 5 años, se puede ver que en 1998 fue mucho más alta, lo cual se debió a que en ese año se hizo un esfuerzo por graduar a alumnos de generaciones anteriores que no habían concluido sus tesis (tabla 29).

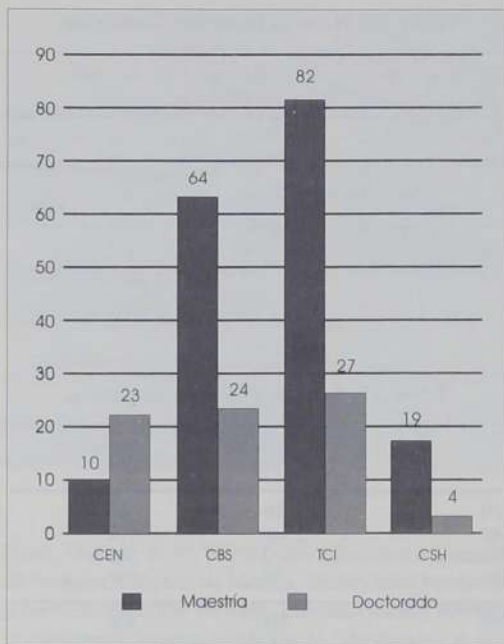


Figura 7. Estudiantes graduados por área del conocimiento.

En la figura 7 se muestra la distribución de los alumnos graduados por área del conocimiento y por tipo de programa.

Becas de estudio otorgadas

Becas otorgadas por el Cinvestav. Durante el periodo el Cinvestav otorgó becas de corta duración, de uno a seis meses, a 373 estudiantes a los cuales se les terminó la beca externa sin haber concluido su programa de estudios. También se otorgaron apoyos para estudiantes que ingresaron a cursos de prerequisites (tabla 30). Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 408 becas vigentes (tabla 31).

Becas aprobadas por el Conacyt. Se recibieron del Conacyt 451 nuevas becas. Los nuevos becarios se distribuyeron por área del conocimiento como se indica en la tabla 32. Estas becas, sumadas a las ya otorgadas

Tabla 30. Nuevos becarios Cinvestav.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	47	56
CBS	132	150
TCI	110	160
CSH	33	7
Total	322	373

Tabla 31. Becarios Cinvestav (total).

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	55	59
CBS	140	172
TCI	122	165
CSH	34	12
Total	351	408

Tabla 32. Nuevos becarios Conacyt.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	49	51
CBS	102	120
TCI	194	251
CSH	51	29
Total	396	451

Tabla 33. Becarios Conacyt (total).

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	206	187
CBS	384	379
TCI	486	603
CSH	140	115
Total	1216	1284

en periodos anteriores, hacen un total de 1284 becas vigentes en ambos niveles de posgrado (tabla 33).

4. Programa de gestión tecnológica

La gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo son de importancia fundamental para el Cinvestav, dado que parte de la investigación que se realiza tiene aplicación en este sector. Los resultados alcanzados en esta materia se expresan en términos de proyectos de colaboración industrial.

Colaboración industrial. El Cinvestav, durante 1999, continuó sus esfuerzos por estrechar los vínculos con el sector productivo, poniendo énfasis en la transferencia del conocimiento científico original que se genera en la Institución, ya sea como desarrollo tecnológico o como licenciamiento del conocimiento ya desarrollado. En este sentido, se ha estado trabajando a distintos niveles:

(1) Con los investigadores del Cinvestav, en la elaboración de un Manual de Procedimientos para el manejo de los recursos propios en el Cinvestav, en el que queden asentadas las actividades que prioritariamente desarrollará el Centro para ingresar estos recursos, y en el que se especifiquen los procedimientos para ingresarlos y manejarlos.

(2) Con las instancias de la administración del Cinvestav, para definir mecanismos que hagan más eficientes los procesos relativos a la planeación, aplicación y administración de los recursos provenientes de servicios prestados al sector productivo.

(3) Con las empresas. Se han abierto nuevos canales de comunicación con el sector productivo, a través de foros públicos, de la prensa de circulación nacional, de visitas a las plantas, de entrevistas personales con los responsables de la gestión tecnológica en las empresas, etc.

En el marco de las actividades descritas, en el primer trimestre del año en cuestión, se refrendaron nuevos contratos con Laboratorios Menarini, de España y con The Procter & Gamble Co., contratos en los que se

mejoraron sensiblemente las condiciones para el Cinvestav y para los responsables de los proyectos. Se trata de estudios de bioequivalencia y biodisponibilidad de fármacos realizados por el Departamento de Farmacología y Toxicología.

En el año 1999 también se refrendó el contrato con la Organización para el Tratamiento de Aguas, para quien la Unidad Querétaro desarrolla recubrimientos de sílice coloidal de alto-brillo, resistentes al agua, fuego y abrasivos. Esta Unidad firmó un contrato con Syntex, con el objeto de desarrollar e instrumentar una tecnología segura y de bajo costo para la adición de vitaminas y minerales en molinos tradicionales de nixtamal. Este contrato se suscribió en el marco del Convenio de concertación de acciones relativas a la adición de nutrimentos a las harinas de maíz y trigo que suscribieron la Sedesol, Secofi, Sagar, SSA, Conasupo y las cámaras relacionadas con la industria de producción de masa y tortilla. En la misma línea de investigación, se firmó un contrato con la Asociación de Molineros del Distrito Federal, para transferir una tecnología para fortificar con proteína y micronutrientes la tortilla de nixtamal. También se firmó un contrato con la SEP y el Conacyt para transferir a los artesanos de Santa Clara del Cobre, Michoacán, una técnica de recubrimiento anticorrosivo de piezas artesanales de cobre por el proceso sol-gel.

En la Unidad Guadalajara se continuaron los trabajos sobre diseño electrónico para las compañías Paradyne, Siemens, Lucent Technologies y Dantel, entre otras.

En el campo de la biotecnología, se continuaron los trabajos con Internacional Química del Cobre para transferir la tecnología de un proceso para la producción de *Bacillus thuringiensis*, empleado en la elaboración de bioinsecticidas. En este mismo campo se realiza también trabajo para Laboratorios Columbia, Agrobiológicos del Noroeste, Plasti Estéril, Kim Products, H. Kohnstamm de México y Grupo Medifarma.

En la Unidad Saltillo se continuaron los trabajos para innovar, desarrollar o transferir procesos tecnológicos con aplicación en la industria metalúrgica. Se han hecho diversos estudios, análisis, caracterizaciones y se ha dado apoyo técnico a diversas empresas, entre las que se encuentran: Hylsa, Solvay Química Minera, Lamosa Revestimientos, Fundición JV, Comimsa, Enertec de México, Regio Minerales, Tubos de Acero de México,



Finek, Galvak, S. A., Kemet, Manufacturas Integradas de América, Chrysler de México, Tecniquimia Mexicana y Servicio Industrial Peñoles. En esta Unidad también se ofrecieron diversos servicios de laboratorios a 106 empresas.

En la Unidad Mérida se continuó con el desarrollo de estudios sobre aprovechamiento de recursos marinos, a solicitud de empresas como Petróleos Mexicanos, Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Calizas Industriales del Carmen, así como para la Semarnap y para pequeños productores rurales.

En el campo de la investigación educativa se realizaron diversos estudios y materiales didácticos para la Sociedad Matemática Mexicana y la Secretaría de Educación Pública.

Por último, en el campo de la salud se hizo un desarrollo y una evaluación de un prototipo de vacuna recombinante contra el virus del síndrome del ojo azul, para LAPISA. Por otra parte, el Cinvestav suscribió con la compañía Azor Gen un contrato de transferencia de tecnología relacionada con el desarrollo de cultivo de epidermis humana para el tratamiento de pacientes quemados, experiencia inédita ya que la compañía fue creada *ex profeso* para la comercialización de un producto generado en el Cinvestav.

Tabla 34. Programas de vinculación academia-industria.

Programa	Número	Unidad/Departamento
Fondo del Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES)	3	Saltillo
Fondo del Sistema de Investigación Miguel Hidalgo (SIHGO)	9	Irapuato
SISIERRA	2	Querétaro
Fondo del Sistema de Investigación Morelos (SIMORELOS)	4	Mérida
	1	Farmacología y Toxicología

Programas Conacyt de vinculación academia-industria. En este periodo, el Cinvestav continuó participando en 19 proyectos de investigación dentro del Programa de Investigación Regional, coordinado por el Conacyt. El Programa busca ser un instrumento de integración que contribuya al fortalecimiento del proceso de descentralización de la ciencia y la tecnología, y promueva el desarrollo regional a través de la participación conjunta de los sectores productivo, académico y gubernamental (tabla 34).

5. Programa de legislación académica

Mediante este programa se continúa el proceso para establecer el marco legal por el cual se norman las actividades, tanto sustantivas como de apoyo administrativo en el Cinvestav. En este periodo se registran avances en la elaboración de los reglamentos y normas, resultado del trabajo de las diferentes comisiones establecidas al respecto.

Organos institucionales

Consejo Académico Consultivo (CAC). Durante 1999 se realizaron 6 sesiones de Consejo, de las cuales 4 fueron ordinarias y 2 extraordinarias. Del trabajo del CAC se puede resaltar la conclusión del Reglamento General de Estudios de Posgrado, mismo que fue expedido por la Junta Directiva en este año. Se destaca también la propuesta para autorizar la departamentalización de la

Sección de Control Automático. Asimismo, se integró la propuesta para la creación de la Sección de Mecatrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica. Se encuentra en análisis el Anteproyecto del Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado y la propuesta del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias con la especialidad en Fisicoquímica en el Departamento de Física Aplicada de la Unidad Mérida.

Consejo de coordinadores académicos (CCA). En este ejercicio, el Consejo de Coordinadores sesionó en 5 ocasiones, logrando la integración del Anteproyecto del Reglamento de Becas y Estímulos para Estudiantes de Posgrado, el cual será analizado en el Consejo Académico Consultivo. Asimismo, se inició la integración de una versión preliminar del Manual de Procedimientos Escolares.

Comisión de promoción y estímulos para los investigadores (COPEI). Esta comisión sesionó para su periodo ordinario, del 12 al 28 de mayo, en el cual se presentaron 438 solicitudes de renovación de Beca de Exclusividad y Desempeño Académico y 122 de promoción, resultando aprobadas 378 y 73 respectivamente. Asimismo, esta comisión se reunió para su periodo de apelaciones del 11 al 13 de agosto, analizándose 34 solicitudes de promoción y 17 solicitudes de renovación de beca, de las cuales se aceptaron 14 y 16 respectivamente.

Comisión evaluadora institucional (CEI). Durante el periodo regular de sesiones (25 al 27 de octubre) y en el periodo de apelaciones (30 de noviembre), se presentaron un total de 209 solicitudes de beca de las cuales se otorgaron 207. Asimismo se presentaron 155 solicitudes de promoción aceptándose 147.

Reglamentos y normas

En este periodo se expidieron dos documentos de vital importancia para las actividades que se desarrollan: el Reglamento General de Estudios de Posgrado y el Manual General de Organización. De igual forma se ha continuado trabajando en los mecanismos que regulen las diferentes actividades académicas y técnicas que se realizan en el Centro, en especial en el Anteproyecto del Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado (tabla 35).

Tabla 35. Reglamentos y normas.

Documento	Anteproyecto	Discusión CAC	Concluido	Expedido Junta Directiva
Reglamento del Consejo Académico Consultivo				x
Reglamento del Consejo Técnico Consultivo				x
Estatuto del Personal Académico del Cinvestav				x
Reglamento General de Estudios de Posgrado				x
Manual General de Organización				x
Reglamento para la Clasificación y Promoción del Personal Académico			x	
Reglamento de la Beca de Exclusividad y Desempeño Académico			x	
Reglamento para el Ingreso, Promoción, Otorgamiento y Renovación de Beca de Desempeño Académico de los Auxiliares de Investigación			x	
Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado		x		
Reglamento de Ingresos Propios		x		
Reglamento de Protección y Coordinación en relación con la Investigación y la Salud	x			
Reglamento de Seguridad	x			
Reglamento del Bioterio	x			
Reglamento de Usos del Incinerador	x			

6. Programa de descentralización institucional

Durante el periodo sujeto a evaluación, en Mérida se ha continuado el proyecto de consolidación del grupo dedicado a la corrosión y electroquímica, el cual en su oportunidad solicitará su departamentalización.

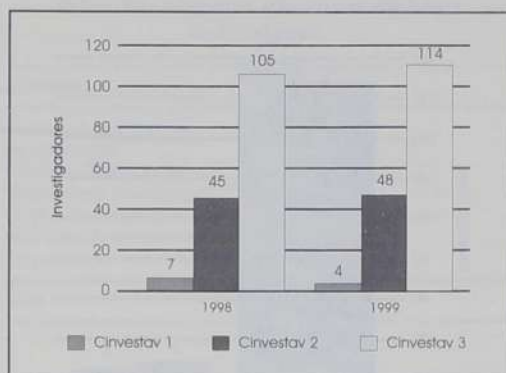


Figura 8. Distribución de investigadores en las unidades foráneas.

Asimismo, se ha continuado con las obras de infraestructura y de remodelación pendientes en las unidades.

Liderazgo científico

(a) *Nuevas contrataciones.* Con respecto a 1998, el número de investigadores de las unidades foráneas se incrementó en un 5.7%. Del total de investigadores, 166 se encuentran en las unidades, lo que representa el 29.1% (figura 8).

b) *Investigadores repatriados.* Uno de los ocho apoyos otorgados por el Conacyt a través del Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, fue para la Unidad Mérida.

(c) *Cátedras patrimoniales.* De las diez Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel II del Conacyt, una fue para la Unidad Guadalajara, una para la Unidad Mérida y dos para la Unidad Saltillo.

Superación académica

De los 166 investigadores en provincia 160 tienen el grado de doctor. El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor es el 3.6%; sin embargo, todos se encuentran inscritos al doctorado. Con respecto a 1998

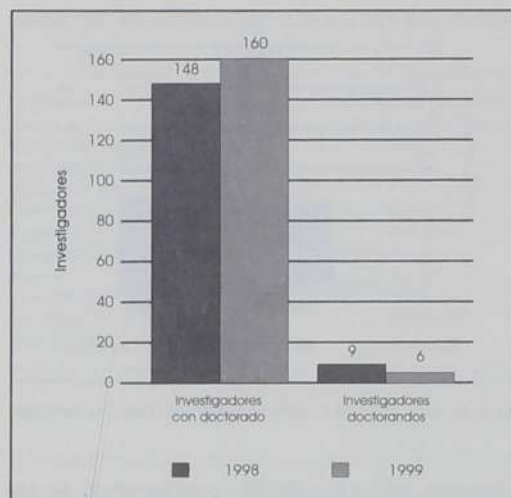


Figura 9. Distribución de Investigadores con doctorado en las unidades foráneas.

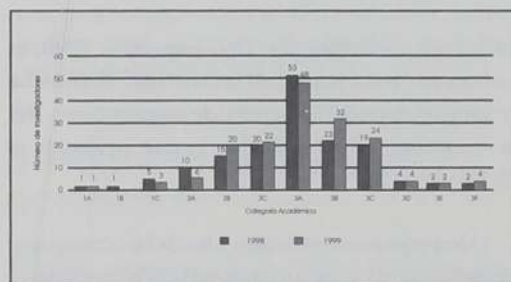


Figura 10. Distribución de Investigadores por categoría y nivel académicos en las unidades foráneas.

el número de investigadores en provincia presenta un incremento del 5.7% (figura 9).

Investigadores posdoctorandos. Cinco investigadores de las unidades foráneas continuaron o iniciaron estancias posdoctorales.

Promociones de categoría. Como consecuencia del programa de superación académica, el total de investigadores en la categoría de Investigador Cinvestav "1" ha disminuido (figura 10).

Tabla 36. Alumnos atendidos en las unidades foráneas.

Unidad	Alumnos	
	1998	1999
Guadalajara	154	193
Irapuato	140	148
Mérida	122	117
Querétaro	12	19
Saltillo	56	85
Total	484	562

Calidad educativa

Programas de maestría y doctorado. Se mantuvieron en operación 8 programas de Maestría en Ciencias (M) y 6 programas de Doctorado en Ciencias (D) en las especialidades que se cultivan en las unidades foráneas del Cinvestav. Durante el periodo entró en operación la maestría en ciencias en la especialidad de Ingeniería Cerámica, en la Unidad Saltillo.

Formación de maestros y doctores en ciencias

Alumnos atendidos. En las unidades foráneas se atendieron 562 alumnos, que representan el 29.9% del total, distribuidos como se indica en la tabla 36.

El aumento en la atención de alumnos en las unidades foráneas fue del 16.1% en relación con el año anterior. La distribución de los alumnos atendidos por áreas del conocimiento se da en la tabla 37.

En la gráfica de la figura 11 se muestra la distribución de los alumnos en las cuatro áreas del conocimiento y por tipo de programa.

Otros alumnos atendidos. Además de los alumnos atendidos en los programas de maestrías y doctorado se atendieron 216 alumnos de prerequisites. Durante el año se atendieron además 310 estudiantes de otras instituciones, que acudieron a las unidades foráneas del Cinvestav en busca de apoyo del personal académico, dentro de las modalidades que se desglosan en la tabla 38.

Tabla 37. Alumnos atendidos por área del conocimiento.

Área	Alumnos	
	1998	1999
CEN	29	28
CBS	85	82
TCI	362	445
CSH	8	7
Total	484	562

Cursos de posgrado impartidos. El número de cursos impartidos fue de 236, como se muestra en la tabla 39 por área del conocimiento.

Maestros y doctores graduados. Se graduaron 61 maestros en ciencias y 14 doctores en ciencias. La distribución por área del conocimiento se muestra en la tabla 40 y en la figura 12.

El número de graduados en maestría, respecto al año anterior, se incrementó en un 22%, y el doctorado se mantuvo constante.

En la gráfica de la figura 12 se muestra la distribución de los alumnos graduados por área del conocimiento y por tipo de programa.

Becas de estudio otorgadas

Becas otorgadas por el Cinvestav. El Cinvestav otorgó becas de corta duración, de uno a seis meses, en las cinco unidades foráneas del Cinvestav, a 116 estudiantes a los cuales se les terminó la beca externa sin haber concluido su programa de estudios. También se otorgaron apoyos para estudiantes que ingresaron a cursos de prerrequisitos (tabla 41).

Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 119 becas vigentes (tabla 42).

Becas otorgadas por el Conacyt. Se recibieron del Conacyt 156 nuevas becas para las unidades foráneas (tabla 43). Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 417 becas vigentes en ambos niveles de posgrado (tabla 44).

Tabla 38. Alumnos atendidos de otras instituciones.

Actividad	Estudiantes
Tesistas de Licenciatura	101
Servicio social	50
Prácticas profesionales	41
Verano de la Investigación	35
Tesistas de posgrado	71
Estancias de entrenamiento de posgrado	12
Total	310

Tabla 39. Cursos impartidos

Área	1999
CEN	19
CBS	18
TCI	186
CSH	13
Total	236

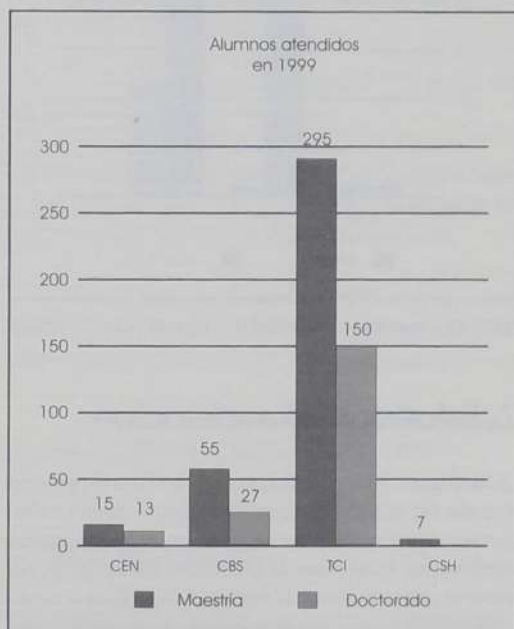


Figura 11. Distribución de los alumnos atendidos en las unidades foráneas.

Tabla 40. Estudiantes graduados.

Áreas	1998		1999	
	Maestría	Doctorado	Maestría	Doctorado
CEN	6	2	1	1
CBS	12	2	19	1
TCI	32	10	41	12
Total	50	14	61	14

Tabla 41. Nuevos becarios Cinvestav en las unidades foráneas.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	3	10
CBS	2	21
TCI	61	85
CSH	0	0
Total	66	116

Tabla 42. Becarios Cinvestav (total) en las unidades foráneas.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	8	10
CBS	3	21
TCI	67	88
CSH	0	0
Total	78	119

Tabla 43. Nuevos becarios del Conacyt en las unidades foráneas.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	10	4
CBS	14	9
TCI	117	141
CSH	5	2
Total	146	156

Tabla 44. Total de becarios Conacyt.

Área	Becarios 1998	Becarios 1999
CEN	22	17
CBS	47	48
TCI	248	345
CSH	5	7
Total	322	417

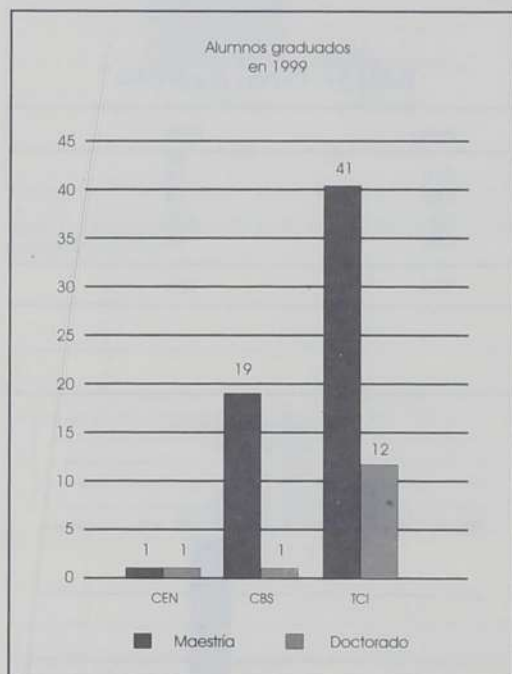


Figura 12. Estudiantes graduados por área del conocimiento.

7. Esfuerzos de superación

La Institución ha mantenido sus esfuerzos de superación en todas las actividades desempeñadas, de conformidad con la instrumentación y el seguimiento de los programas establecidos en el Plan de Desarrollo Institucional, así como el planteamiento de nuevas perspectivas a futuro para promover una mejora permanente. A continuación se detallan las acciones más relevantes durante este periodo:



- Se expidieron el Reglamento General de Estudios de Posgrado y el Manual General de Organización.

- Se autorizó la modificación a la estructura orgánica de la entidad; así como la aprobación de la estructura orgánica de apoyo académico.

- Se creó la Subdirección de Vinculación Tecnológica, incluyendo al Departamento de Transferencia y Comercialización.

- Se aprobó la conversión de la Sección de Control Automático a Departamento Académico en el área de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería.

- Se aprobó el establecimiento de la Sección de Mecatrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica.

- El 100% de los 50 programas de maestría y doctorado del Cinvestav fueron aceptados en el Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt.

- El total de investigadores se incrementó en un 3.6%, en relación con las cifras de 1998.

- El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo en un año del 8.3% al 6.6%, y el número de investigadores sin inscripción al doctorado disminuyó del 1.6% al 1.5%.

- Treinta y un investigadores continuaron o iniciaron estancias posdoctorales en el extranjero.

- Los investigadores y estudiantes del Centro fueron reconocidos por su labor científica como lo muestra la obtención de 17 premios y nombramientos honoríficos, y la amplia participación en comités de expertos.

- En la promoción 1999 del Sistema Nacional de Investigadores, 426 investigadores formaron parte del SNI, esto representa el 77% del total de investigadores adjuntos y titulares (550).

- Durante 1999 estuvieron en ejecución 706 proyectos de investigación científica y tecnológica, en al menos algún trimestre del año.

- Se emitió la convocatoria para el "Programa de Apoyo para Estancias Posdoctorales".

- Se otorgó reconocimiento a las mejores tesis doctorales del Cinvestav en 1998, mediante la convocatoria de los Premios Arturo Rosenbluth.

- En el marco del Programa JIRA, el Cinvestav apoyó 14 proyectos de investigación de jóvenes académicos recién incorporados a la institución.

- El número de alumnos de posgrado atendidos aumentó en un 4.8% respecto al año de 1998.

8. Perspectivas

Para el inicio del año 2000, las acciones emprendidas durante el primer periodo de la presente administración deberán mantenerse en algunos casos y consolidarse



en otros; asimismo, para el segundo periodo debemos ser optimistas y ambiciosos para emprender nuevos retos que contribuirán al logro de las metas institucionales. Por lo anterior, a continuación se mencionan algunas de las actividades y metas más representativas al respecto.

Al continuar el impulso a la superación académica y a las políticas de contratación, se pretende que para el año 2002 el 99% de los investigadores posea el grado académico de doctor en ciencias y que más del 90% de la planta académica esté registrada en el Sistema Nacional de Investigadores.

La continuación del apoyo para las estancias posdoctorales de nuestros investigadores en instituciones extranjeras del más alto prestigio académico, así como la del programa de estancias en nuestros laboratorios de jóvenes recién doctorados de otras universidades,

serán ingredientes adicionales para el enriquecimiento de la atmósfera científica del Centro.

La búsqueda permanente de la excelencia educativa está encaminada a garantizar la calidad de la formación de nuevos especialistas e investigadores en las disciplinas académicas que cultiva el Centro. Las acciones emprendidas y proyectadas para aumentar la eficiencia y eficacia en la formación de maestros y doctores, persiguen duplicar la tasa anual de graduación de maestros y triplicar la de doctores en el año 2002, con respecto a las cifras generadas al inicio de la presente administración.

La evaluación y la actualización de los programas existentes, así como la apertura de nuevos programas y modalidades de posgrado en diferentes disciplinas, con estricto apego a las normas de calidad académicas del Cinvestav, contribuirán al logro de las metas institucionales.

Una tarea adicional en el rubro de vinculación será la clara definición de un marco operativo que contemple esquemas de valoración y estímulos a la realización de actividades de carácter tecnológico.

Existe el firme compromiso de continuar realizando un esfuerzo especial para robustecer a las unidades en Mérida, Irapuato y Saltillo, así como consolidar las unidades en Guadalajara y Querétaro. En esta etapa de su desarrollo, es imperativo dotar a todas ellas de una estructura organizacional que haga eficiente el apoyo a las actividades sustantivas. Con la experiencia acumulada será posible considerar nuevas iniciativas de descentralización, en caso de disponer de los recursos adecuados, así como el análisis y la aprobación de nuevos programas de posgrado.

Se hace imperativo adoptar una posición de mayor expresión hacia la sociedad. El Cinvestav goza de un amplio reconocimiento en el ámbito científico nacional e internacional, mas no así de la sociedad en la que se encuentra inmerso. Se emprenderá un programa de comunicación institucional por medio del cual se divulgue mejor y se aproveche más el quehacer científico, tecnológico y docente del Centro.

Una herramienta valiosa en la conducción del Cinvestav en los últimos cinco años, ha sido el seguimiento de un Plan de Desarrollo Institucional. El ejercicio comparativo de las metas planeadas con las acciones realizadas obliga a refrendar las estrategias de operación seguidas. En los resultados obtenidos se basa la confianza de asumir los nuevos compromisos plasmados en este documento.

La reputación y prestigio de que goza el Cinvestav son producto de la mística de trabajo de su comunidad académica. La administración no puede sino corresponder con igual compromiso para mantener el rumbo ascendente de nuestra institución.



VII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar



Campeche, Camp.
13 al 15 de noviembre del 2000

El programa técnico del congreso cubre los siguientes aspectos:

 **Recursos y medio ambiente**

 **Acuicultura**

 **Pesquerías**

 **Tecnología de alimentos**

 **Ordenamiento costero**



Informes:

Comité Organizador
Departamento de eventos especiales
Dirección General de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar
Dr. Jiménez No. 47 Col. Doctores.
Delegación Cuauhtémoc
06720, México, D.F.
Tels: 5578 5721/3065/2633/1751/5747 Ext. 138
Directo y Fax: 5578 5617
E-mail: uecytm@sep.gob.mx
E-mail: opuecytm@sep.gob.mx

Neurofisiología en Francia

Carlos Chimal

Arquitectura neuronal

Las neurociencias, como todo campo tocante al fenómeno de lo vivo, ha sido prácticamente conmocionada por los descubrimientos de la biología molecular y las técnicas de manipulación genética, así como por las nuevas tecnologías en imágenes no invasivas de los cuerpos. ¿Cómo se ha vivido este choque en Francia, cuna de una ciencia de la segunda mitad del siglo XX, de fuerte tendencia química, cuyas claves iluminaron al errático neodarwinismo y han dado alguna certidumbre al acotar, al menos, una definición del fenómeno de la vida? ¿Qué piensan los científicos que hacen lo que el filósofo norteamericano, ya fallecido, Thomas Khun, llamó la ciencia "normal"?

La profesora Lena Jami, directora de investigación del CNRS en la Universidad René Descartes de París, es alumna del connotado neurocientífico Yves Laporte (El Colegio de Francia). Como algunos médicos, abandonó la clínica por la investigación. "Con él aprendí a trabajar", nos dice orgullosamente, al tiempo que nos ofrece un panorama de lo que el estudio del sistema motoneuronal puede ofrecernos para ayudarnos a entender el enigma de la vida y por qué surge la conciencia de ella. Menuda y ligera, Lena Jami responde también con claridad y enérgica medida a los detractores de la investigación neurológica en animales.

Carlos Chimal (CC): ¿Cómo caracterizaría la fisiología del sistema motoneuronal en los últimos decenios, tanto en Francia como en el mundo?

Carlos Chimal, escritor interesado en la comprensión pública de la ciencia, escribe regularmente en Avance y Perspectiva.

142.70 - 143.82 mm
141.57 - 142.70 mm



Lena Jami (LJ): El trabajo sobre este campo ha tenido diversos momentos en los últimos 50 años. La manera como el cerebro y la médula espinal controlan la ejecución de las órdenes que surgen del sistema neuromotor no se entendían hasta hace relativamente poco tiempo. Como usted sabe, nuestros músculos, así como el de todos los mamíferos, están equipados de órganos sensoriales que informan a cada instante al sistema nervioso central sobre la evolución de cada movimiento, le dicen todo el tiempo si un músculo se alarga o se contrae y si esta acción se ha llevado a cabo bien o si se presentó algún obstáculo en el desarrollo de tal movimiento y su conexión con el sistema nervioso central. Cabe decir que no es sólo la médula espinal sino también el cerebro quienes utilizan estos mensajes para administrar nuestros movimientos.

Ahora bien, a menudo el movimiento debe ejecutarse en una situación inesperada, sin ocuparse de la información procedente de los músculos; en ese momento

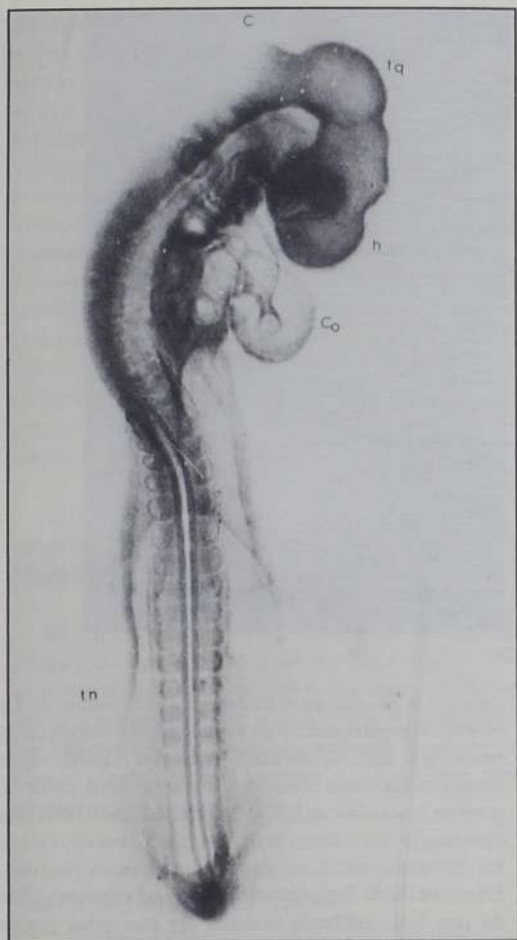
el sistema nervioso decide si va o no a interesarse en esa información, aunque a veces la utilice de todas maneras para regular las órdenes motoras. Debo decir que yo no trabajo sobre las propiedades funcionales de esos órganos sensoriales que están ubicados en los músculos, sino sobre la manera en que el sistema nervioso decide si va o no a emplear la información proveniente de dichos órganos sensoriales.

CC: Entiendo que su experiencia se basa en el estudio de animales vivos.

LJ: Así es. Esto implica, por supuesto, que el animal se encuentre anestesiado en forma general, de manera que podamos tener acceso a aquellas partes del sistema nervioso central que nos importan. Allí registramos las neuronas con ayuda de pequeños electrodos; esto nos permite entender la actividad de neuronas individuales, ver qué sucede en la membrana, las circunstancias en las que se excita e inhibe, cómo elabora la señal que emite y cuál es su influjo nervioso.

CC: ¿Qué sabemos de las neuronas y de las colonias de neuronas?

LJ: Hemos acumulado en las últimas décadas un cúmulo de conocimiento y de datos pertinentes en una disciplina básica: lo que podríamos llamar la anatomía molecular de las membranas neuronales. Conocemos mejor ahora cómo funcionan ciertas moléculas, llamadas canales, y que desempeñan un papel muy importante en la recepción y utilización de los mensajes, así como en la elaboración de la señal. En realidad, se saben muchas cosas con respecto al funcionamiento de una neurona sola, ya que se han estudiado muchas de éstas en forma aislada, tanto en cultivo como en cortes de órganos que forman parte del sistema nervioso. Pero también se han estudiado *in situ*, es decir que se encuentran funcionando dentro de un sistema nervioso integrado. En 50 años aprendimos mucho de cómo operan las redes, en donde las motoneuronas son la interfaz entre el sistema nervioso central y el músculo. Por ello es que la mayor parte de los esfuerzos en la investigación científica se orienta a comprender el sistema nervioso en forma integral, esto es, cómo opera en un animal y en un ser humano. Cómo, en un ser completo, las diversas partes del sistema nervioso se coordinan e influyen unas en otras.



Eso me lleva a pensar que en los próximos años podremos entender mejor el comportamiento motor de los seres humanos y de los animales, pues al utilizar los aportes de otro campo, como es la genética molecular, podremos analizar los mecanismos íntimos de las neuronas; llegaremos a saber qué moléculas juegan un papel decisivo en determinado momento. No sólo eso. Creo que a principios del siglo en puerta estudiaremos con más elementos de juicio las acciones y funcionamiento de neuronas en un órgano natural y que hace conexión normal con las otras células de la red a la cual pertenece. Pienso que será éste el dominio donde se habrán de llevar a cabo muchos estudios.

CC: ¿Qué se lo hace pensar?

LJ: El hecho de que tenemos una enorme cantidad de datos sobre la arquitectura de la red. Además, conocemos muchas cosas sobre el funcionamiento de las moléculas *in vitro*; lo que falta ahora es encontrar las correspondencias en ambas disciplinas.

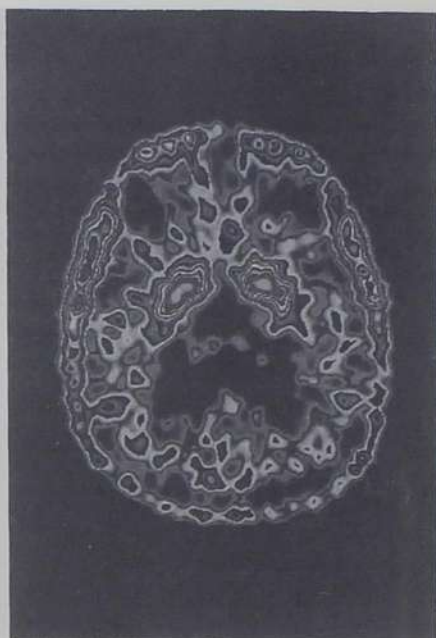
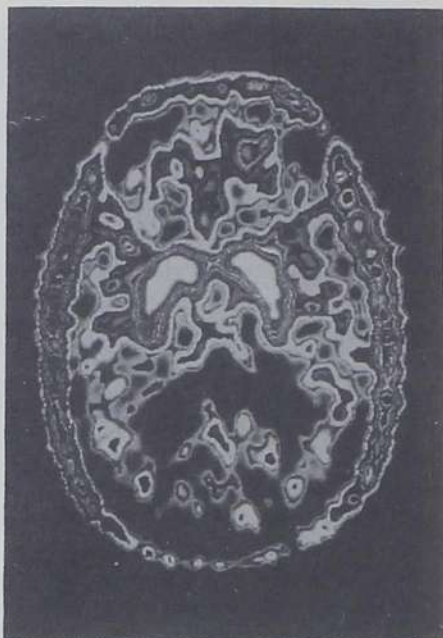
Lesiones neuronales

CC: Hay especialistas en las neurociencias que están trabajando sobre diversos métodos para reparar lesiones neuronales. ¿Tiene usted preferencia por alguna?

LJ: No precisamente. Hay fármacos que ejercen acciones probadas y pueden aliviar a personas con problemas motores, y quienes tienen, por ejemplo, dificultades para iniciar un movimiento. En el campo de la fisioterapia y la reeducación hay muchas cosas por descubrir aún. Hoy es difícil aspirar a algo más que a atenuar las consecuencias de una lesión. En esto resulta de extrema importancia conocer a fondo la actividad refleja en las redes neuronales. Como se sabe, en general, las células nerviosas, una vez diferenciadas durante su desarrollo, pierden la posibilidad de reproducirse y apenas pueden reconstituirse en un tejido nervioso lesionado; hay varios grupos de investigadores trabajando con el propósito de reactivar las neuronas después de una lesión¹.

CC: Se piensa en la neurofisiología como en uno de los pilares de una especie de hiper-ciencia que estudia todo proceso cognitivo. ¿Qué opina usted?

LJ: Bueno, se han estado descubriendo moléculas que tienen tal o cual acción y que nos permiten estudiar las modificaciones de determinado reflejo o la para-respuesta de cierta neurona. Aquí destaca la aparición de la electrofisiología, pues hasta ahora ha sido la única técnica que nos ha permitido conocer el funcionamiento neuronal. Desde luego, en los últimos años han mejorado las técnicas novedosas para obtener imágenes cerebrales y del sistema nervioso en general. Son muy interesantes, ya que no sólo pueden utilizarse durante la ejecución de ciertos movimientos sino también cuando llevamos a cabo alguna actividad mental, como es escuchar música, realizar un cálculo aritmético,



traducir de otra lengua o recibir información en el propio idioma, todo eso se está estudiando con estas técnicas de imágenes que nos dicen nuevas cosas sobre la funcionalidad. Con ellas, como he dicho, podemos descubrir qué regiones cerebrales están operando en determinada circunstancia, por ejemplo, la corteza visual no es la única zona que participa en el sentido de la visión, como se creía antes; las nuevas técnicas de recuperación de información cerebral nos muestran que otras regiones también se ocupan de tratar las señales que provienen del ojo. A pesar de que aún esperamos una sensible mejoría en la resolución espacial y temporal, los resultados son ya muy ilustrativos.

Inhibición presináptica

CC: Mientras esto sucede, hay que seguir haciendo buena fisiología. ¿Qué disciplinas de la neurofisiología están vivas y se proyectan al futuro?

LJ: En particular, los mecanismos de inhibición pre- y post-sináptica son parte de un proceso en el que hay cosas que decir. He trabajado en este aspecto de las

neurociencias, gracias al trabajo de Pablo Rudomín. La inhibición presináptica es un medio de filtrar información hacia tal o cual vía nerviosa, cosa que durante algún tiempo permaneció como una mera hipótesis. Es decir, se sabía que había un tipo de inhibición, pero no si ésta operaba de una manera fina y modulada, selectiva sobre las diferentes ramificaciones de una misma neurona. Entonces Pablo Rudomín demostró que algunas ramas de una fibra aferente pueden ser afectadas por la inhibición presináptica, mientras que otra ramificación no ha sido afectada en ese mismo instante. Eso significa que, por un lado, la información hace sinapsis mientras que por otro se detiene. Esto abrió el panorama para conocer la orientación de la información en el sistema nervioso.

CC: Regresando al asunto de los animales vivos como objeto de estudio, ¿cómo ha vivido usted el antiviviseccionismo, en un país donde existen grupos especialmente feroces?

LJ: Debo decirle que estoy plenamente convencida en que se estudie sobre animales enteros vivos. Si no podemos entender un sistema nervioso en acción, entonces no vale la pena seguir haciendo neurociencias.

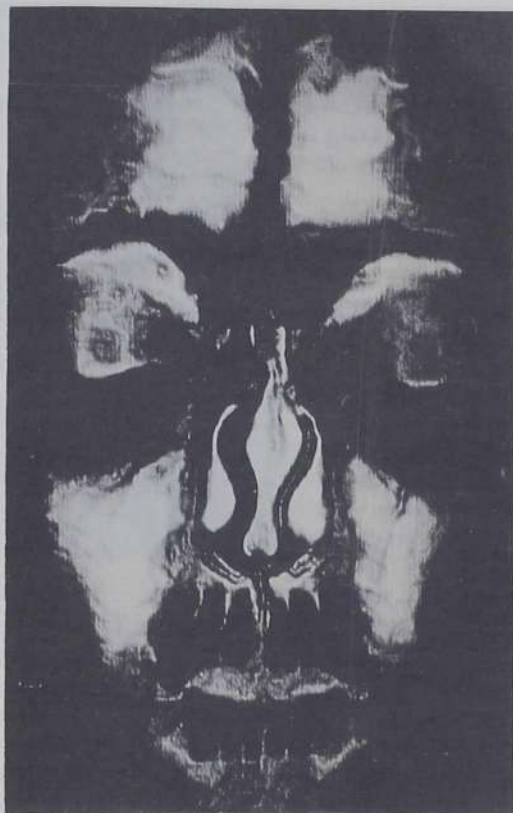
Toda nuestra experiencia en la cura de los males que nos aquejan no sólo a los seres humanos sino a muchas otras especies vivas, todo nuestro entendimiento se basa en la experimentación sobre animales vivos y muertos. Si nos remontamos al pasado, por ejemplo, el caso de la anatomía, esta ciencia progresó conforme se fue entendiendo cada vez mejor el concepto de órgano dentro de un cuerpo entero. Desde luego, nadie niega que nuestros antecesores, nuestros gloriosos antecesores, utilizaron métodos un tanto brutales. Pero estamos en el umbral del siglo XXI y las cosas han cambiado. Tenemos mejores anestésicos, la cirugía de la guerra nos dejó manos más hábiles, por razones obvias y prácticas se conserva la temperatura de ese organismo, su presión arterial y su corazón se vigilan. En suma, se toman todas las precauciones para evitar el dolor inútil.

CC: Comprender el dolor es una especie de obsesión de los neurocientíficos, como es el caso del profesor Jean-Pierre Changeaux.

LJ: En cierta forma, es uno de los propósitos de esta disciplina, entender por qué sufrimos y encontrar maneras de suprimir ese dolor. Por eso pregunto a aquéllos que están en contra de la vivisección si prefieren ser intervenidos sin anestesia, soportar un dolor de cabeza y sobrevivir sin vacunas. En todo caso, hay respuestas a la incertidumbre.

Circuitos neuronales

Entre los neurocientíficos de Francia destaca el profesor Emmanuel Pierrot-Deseilligny, quien ha sido protagonista del desarrollo de la neurofisiología en su país durante las últimas décadas. Al ser, además, director de Reeducación Neurológica en el hospital de La Pitié-Salpêtrière, ha sido entrenado con la mirada doble del neurocientífico y del médico. El profesor Pierrot-Deseilligny trabaja sobre células nerviosas en el ser humano, lo cual lo sitúa frente al público en ese sentimiento encontrado ante el uso de técnicas invasivas para comprender el funcionamiento del cerebro humano. Sin embargo, mientras camino bajo la lluvia para acudir a nuestra cita, pienso que toda esa gente que se arrastra penosamente en las calles internas del complejo hospitalario donde reinan la tristeza y el silencio interrumpido



de tanto en tanto por algún lamento, todos ellos no tienen dudas sobre lo que hay que hacer. Quieren reencontrarse con el movimiento.

En particular, el profesor Pierrot-Deseilligny trabaja sobre la transmisión de las órdenes para moverse, desde el cerebro hacia la médula espinal, y la manera como este movimiento se modifica mientras ocurre un movimiento ante los obstáculos que pueden presentarse en el camino; él y su grupo también estudian cómo se ajusta el movimiento en función de la duración del gesto, siempre con la mirada doble del neurocientífico y del médico. El fisiólogo sueco Hans Hultborn y el francés Pierrot-Deseilligny observaron que varios milisegundos antes de una contracción muscular voluntaria disminuye la inhibición presináptica de los husos musculares provenientes del músculo que se ha de contraer, a la vez que aumenta la inhibición ejercida sobre las

terminales de los husos provenientes de los músculos que no se van a contraer. Esto implica que antes de que se realice un movimiento voluntario, el sistema nervioso central realmente sabe o decide qué información requiere de la periferia para llevar a cabo ese movimiento en particular y cuál información puede o debe suprimir.²

Carlos Chimal (CC): ¿Su investigación se realiza en el cerebro dañado o en el órgano entero?

Emmanuel Pierrot-Deseilligny (EP): Trabajamos con sujetos normales, ya que es importante saber cómo ocurre primero en cerebros sanos antes de decidir la manera como abordar lesiones en el sistema nervioso y la médula espinal, lesiones como las hemiplejías. En realidad, la finalidad última de nuestro trabajo pretende encontrar procedimientos inéditos que permitan facilitar la reeducación neurológica por los trastornos y lesiones en el sistema nervioso central.

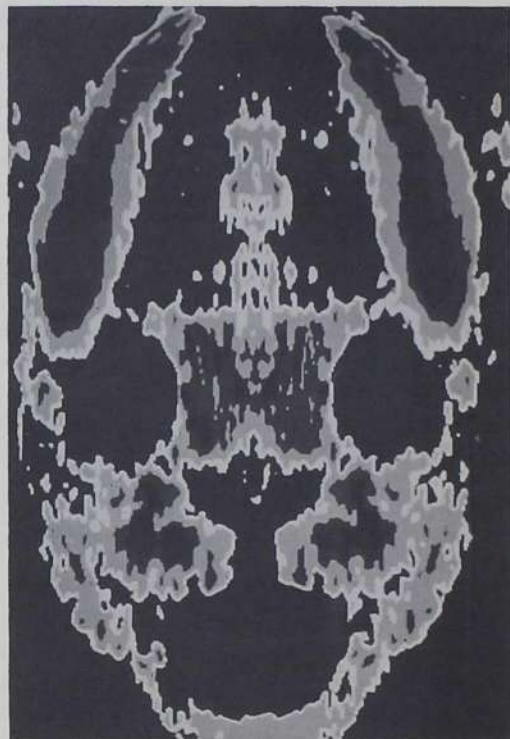
Además, dado que la fisiología de la médula espinal ha sido bien estudiada en animales, sobre todo por Enbersbergen y por Pablo Rudomín, nuestro enfoque se basa en estos estudios y trata de encontrar su versión correspondiente en seres humanos, pues, como sabemos, la organización básica neuronal es igual en mamíferos como el gato y el ser humano. Pero hay evidentes diferencias en otros estratos de la organización neuronal. No voy a entrar en detalles; basta observar que la distribución de la musculatura en un cuadrúpedo y en un bípedo condiciona de muy distinta manera las necesidades del sistema nervioso en cada caso, aunque en cierta forma ambos sean iguales.

CC: ¿Se puede hablar de una evolución fisiogénica?

EP: En efecto, existe una evolución de esta clase desde el gato hasta el ser humano. Por eso los datos adquiridos en fisiología animal son muy valiosos pero no pueden ser transportados así como así, al caso de los humanos.

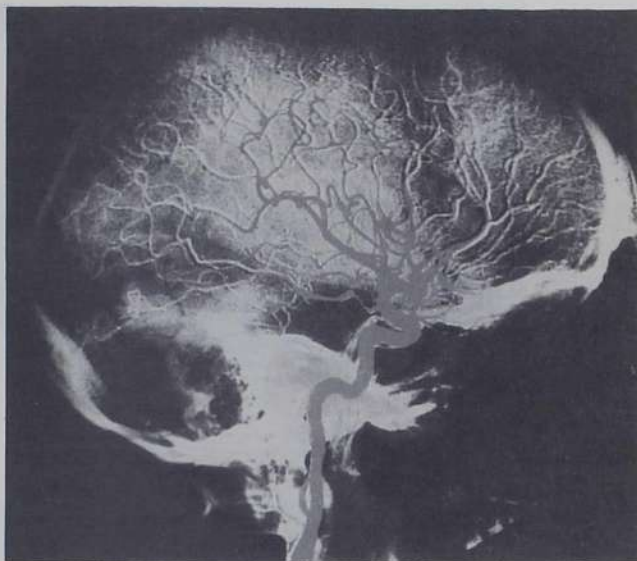
CC: ¿Qué falta estudiar en cuanto al sistema nervioso humano?

EP: En primer lugar, la organización particular de diferentes circuitos de la médula espinal y de su control



por el cerebro. Ahora bien, todo lo que sabemos es por técnicas indirectas, no invasivas, pues es imposible colocar un microelectrodo en una célula de la médula espinal o del cerebro, o registrar la actividad intracelular en una persona. Aquí es donde adquiere especial valor el estudio en animales vivos. Luego del trabajo seminal de científicos como los que he nombrado, a nosotros nos toca llevar a cabo una tarea delicada: reconstruir, a partir de las experiencias directas en animales, lo que posiblemente esté sucediendo en el sistema nervioso humano. Nuestro objetivo terapéutico nos ha llevado a estudiar tanto la psicomotricidad como las modificaciones que suceden cuando nos movemos.

Vale la pena decir que la organización de los circuitos de la médula espinal y, por tanto, del cerebro que se utilizan en reposo no es igual a la que tenemos en movimiento; falta, pues, registrar estos circuitos mientras hay actividad motora para saber cuáles se inhiben y cuáles continúan en determinado movimiento. Ahora bien, esto



es más fácil de descubrirlo en el ser humano, pues a una persona podemos pedirle que ejecute tal o cual movimiento y que lo repita. Al animal podemos pedirle que haga tal movimiento pero creo que nos tardaremos más de lo debido antes de que comprenda lo que queremos. En este aspecto hemos avanzado mucho, ya que, como digo, al poder hablar con los pacientes, estamos en posibilidades de entender un poco mejor los mecanismos neuronales de la motricidad y ofrecerles alternativas más eficaces en su etapa de recuperación.

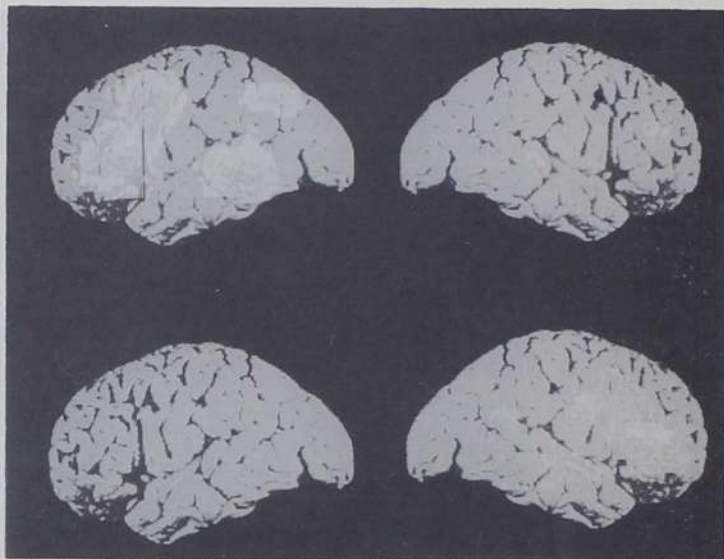
CC: ¿Puede ilustrarnos un poco más sobre la forma en que ha abordado su investigación en neurofisiología humana?

EP: Hay varias técnicas para estudiar la actividad de las células nerviosas que se ocupan del movimiento, llamadas motoneuronas. Es claro que existe una vía común de toda actividad motriz que se proyecta sobre las fibras musculares y que durante un movimiento armonioso hay una activación de un número importante de diferentes motoneuronas por parte del sistema nervioso central. Esta actividad se ha registrado mediante electromiografía, sobre todo, de superficie, ya que es mejor colocar electrodos en la piel del músculo de una persona que clavarle una aguja, lo cual es desagradable y no siempre útil. Con esta técnica hemos podido al menos conocer en

términos cuantitativos la importancia de la actividad de un músculo, el ritmo, la manera en que comienza a contraerse hasta que finalmente se detiene.

Otros métodos, más precisos, nos han permitido comparar el reposo con el movimiento y las modificaciones que acontecen durante dicho estado. Nos han sido de gran ayuda sobre todo para esclarecer qué sucede en reposo, pues en este momento, es decir, cuando hay ausencia de movimiento, es imposible registrar algo mediante electromiografía, pues esta técnica está diseñada para captar una actividad, una contracción. Existe, entonces, un método para estudiar el reflejo monosináptico, del cual el profesor Yves Laporte (El Colegio de Francia) le hablará en su momento. Existe un circuito de esta naturaleza, de manera que si uno lo estimula obtiene una respuesta motoneuronal. El registro de esta respuesta refleja puede aumentar, disminuir o permanecer inalterado, lo cual nos da un indicio del tipo de estimulación que tenemos, ya sea estabilizadora, inhibidora o inocua. Esta técnica ha llamado mucho la atención entre los científicos del campo.

Hay una última técnica, más complicada y que se ha utilizado mucho en la actualidad. Se trata de histogramas de estímulo radial (*peristimulus histo-grammes*), mediante los cuales es posible registrar una sola motoneurona



humana. Se colocan electrodos sobre un músculo de una persona y se le pide que haga algo; con ayuda de un osciloscopio lo traducimos a un solo potencial de acción, a una sola unidad motriz. Así, cuando uno le pide al sujeto que active este potencial regularmente registramos en el histograma las modificaciones de la probabilidad de las cargas de esa unidad motora, es decir, de esa motoneurona en particular, tanto en el instante en que hay una excitación, y entonces alcanza un pico, como cuando se produce una inhibición y desciende.

Perspectivas

CC: ¿Cómo ve a las neurociencias en la actualidad y en los próximos años?

EP: Haciendo a un lado el empecinamiento de los grupos antiviviseccionistas, que, aunque son reales y dificultan la experimentación en monos e incluso en gatos, por fortuna son pocos, podemos decir que hay dos fuerzas en cierta forma opuestas. Una, animada por la biología molecular, que se interesa en el núcleo de las células aisladas, y otra, las ciencias cognitivas, que, por el contrario, tienden a mirar al individuo como un todo. La fisiología animal clásica ha pasado, pues, a una nueva

etapa; lo vemos en nuestra disciplina, la fisiología del control motor, donde la investigación sobre animales es más bien un punto de partida, sin el cual hubiera sido imposible empezar a interpretar los resultados obtenidos en el ser humano durante los últimos diez años.

CC: Es decir que usted verifica sus hipótesis en los humanos con investigación en animales, ¿es así?

EP: Sí. Las técnicas indirectas que mi grupo y yo empleamos en seres humanos para explorar diversos circuitos de la médula espinal se contrastan con exploraciones en animales que lleva a cabo un colega sueco y su grupo, Hans Hultborn. Es una manera de verificar lo que estamos haciendo, pues de otra forma se quedaría en hipótesis. ¿Ve usted la importancia de la fisiología animal?

CC: ¿Realmente considera un "peligro" la tendencia a la bioquímica, a la biología molecular de las neurociencias?

EP: Bueno, lo que pasa es que estas dos ciencias han ofrecido elementos de juicio extremadamente importantes; representan sin duda una novedosa aproximación al organismo vivo y, en particular, a la

fisiopatología de ciertas enfermedades. Pero de ahí a abandonar la fisiología integral del sistema nervioso, como la hace Pablo Rudomín², es algo impensable. De hecho, la aportación de Rudomín ha sido fundamental, pues la comprensión de los mecanismos de inhibición presináptica, que actúan como una especie de filtro de la información neuronal, han ayudado a llegar al lugar en donde estamos ahora en neurociencias. Este fenómeno, de carácter general, que permite al cerebro controlar la información que proviene de todas las partes del cuerpo, nos ha dicho muchas cosas significativas con respecto a la organización neurofisiológica y a la transmisión de naturaleza bioquímica.

Usted me preguntó antes sobre las perspectivas de las neurociencias. Le respondo como neurólogo y al mismo tiempo como médico. Pienso que se están convirtiendo en las "cognisciencias", en donde participan activamente ya la neuropsicología y el estudio de la conciencia, asistidas por las nuevas técnicas para obtener imágenes cerebrales. Creo que habrá grandes progresos en los próximos 20 años. Desde luego, no podemos soslayar la aportación de la genética molecular, en particular para la comprensión de ciertas enfermedades que afectan al sistema nervioso, aunque hay algunos reparos ya que muchas enfermedades no son realmente hereditarias. Como quiera que sea, gracias a un enfoque más interactivo entre todas estas disciplinas, que hasta no hace mucho tiempo parecían disímbolas, podremos

acercarnos mucho más a la realidad fisiológica y, por qué no, a la estructura íntima del pensamiento.



Notas

- 1.- Véase entrevista con Constantino Sotelo, C. Chimal, *Avance y Perspectiva*, **18**, 100 (1998).
2. P. Rudomín, *Obra Científica*, tomo I (El Colegio Nacional, 1995) p. 71-73.





La Revista *Avance y Perspectiva* (A y P), órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), es una publicación bimestral con artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos o notas que se propongan para ser publicados en A y P deben enviarse por triplicado a :

Director Editorial, Avance y Perspectiva
CINVESTAV

Apdo. Postal 14-740

07000 México, D.F.

Tel. 5747 3800 ext. 6737, 6738 y 6739

Fax: 5747 7076

Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial. Los artículos de divulgación deben dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el CINVESTAV. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso. Deberán ser escritos a máquina, a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 20 cuartillas. El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud conveniente. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión. Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen al principio no mayor de cinco líneas, a manera de introducción, que atraiga el interés del lector. Las referencias bibliográficas aparecerán completas al final del artículo; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estar numeradas por orden de aparición. Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar por computadora a línea sin pantallas o con tinta china sobre papel albanene con buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en microcomputadora, además del texto impreso en papel, deben enviar su texto grabado en un disco flexible. Los procesadores de texto útiles para este propósito son: *Microsoft Word*, *Word Perfect*, *Ami Pro*, *Xy Writer*, *Wordstar* y *Multimate*, guardando el documento con la extensión DOC.



Revistas Científicas en América Latina, A.M. Cetto y O. Alonso (compl.), FCE, 1999
Los dilemas de las revistas académicas mexicanas, E. Loria Díaz (compl.), UAEM, 1999

Miguel Angel Pérez Angón

El Índice del CONACyT

El CONACyT inició en 1992 un proceso de evaluación de las

revistas mexicanas que publican artículos originales de investigación científica y tecnológica. Entre los principales objetivos para realizar esta evaluación se encuentran (a) mejorar la visibilidad de estas revistas en el medio internacional, (b) determinar, con criterios académicos, qué revistas ameritan ser financiadas por parte del mismo CONACyT, y (c) dar una referencia general para las comisiones académicas internas del CONACyT que otorgan diferentes apoyos a proyectos de investigación y a programas de posgrado¹.

A partir de 1993, en forma bianual, el CONACyT ha emitido convocatorias públicas a los editores de las revistas científicas mexicanas para que soliciten su incorporación al *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica*. Estas convocatorias han tenido buena aceptación en el medio

El Dr. Miguel Angel Pérez Angón, investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav, es coordinador del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva. Dirección electrónica: mperez@fis.cinvestav.mx.

académico del país y el número de revistas aceptadas ha fluctuado entre 40 (1993) y 62 (1999), seleccionadas a partir de un número de solicitudes de alrededor de 130-150 revistas². Los criterios utilizados para integrar este *Índice* del CONACyT son muy generales de manera que se puedan aplicar a todas las revistas independientemente de las disciplinas que abordan. La selección es realizada por un grupo de investigadores con amplia experiencia en la actividad editorial. En el proceso de evaluación se toma en consideración el perfil de cada revista, la calidad de su contenido, el factor de impacto en el medio internacional, la regularidad de su publicación y su distribución².

Este *Índice* ha logrado tener buena aceptación en México y es utilizado como referencia por algunas instituciones académicas para evaluar los productos del trabajo académico de sus investigadores. En parte, esto se debe a que el criterio más importante que utilizaron las comisiones evaluadoras del CONACyT para integrar el *Índice* es la calidad del proceso de arbitraje de cada revista. Según los lineamientos publicados por el mismo CONACyT², este proceso de arbitraje debe ser riguroso y estar realizado por especialistas en forma documentada. En última instancia, éste es precisamente el proceso de evaluación por pares que determina si un artículo aporta o no una



nueva contribución al conocimiento.

La aplicación estricta de este criterio ha generado algunas reacciones encontradas entre un sector de editores de revistas científicas mexicanas. En términos generales, es posible hablar de dos tipos de reacciones. Un primer grupo de editores preferiría que el CONACyT impulsara un registro de todo tipo de publicaciones científicas y no sólo las de investigación. Un segundo grupo de editores pretende que el CONACyT haga más flexibles sus criterios como para incluir en su *Índice* revistas técnicas o multidisciplinarias que no están orientadas precisamente a la publicación de resultados originales de investigación. Los dos libros que reseñamos en este espacio corresponden, respectivamente, a estos dos tipos de reacciones generadas por el *Índice* del CONACyT.

Revistas científicas latinoamericanas

Por iniciativa de la Dra. Ana María Cetto, investigadora del Instituto de Física de la UNAM, se celebraron en 1994 y 1997 reuniones de editores de revistas científicas latinoamericanas en el marco de la Feria Internacional del Libro de Guadalajara. *Revistas Científicas en América Latina* contiene las ponencias presentadas en la reunión de 1997. El objetivo de estas dos reuniones es incrementar el número y la calidad de las revistas latinoamericanas que publican material científico: desde las revistas de investigación hasta las de divulgación o inclusive los boletines de información de las sociedades científicas latinoamericanas.

Como un primer "producto" de estas reuniones de editores, se ha iniciado la integración de un *Directorio de Publicaciones Científicas Seriadas de América Latina y el Caribe*, cuya versión en Internet recibe el nombre de *Latindex*³. Este directorio pretende ser un inventario de las publicaciones científicas y técnicas editadas en la región. No obstante, los criterios para integrarlo son demasiado laxos: puede ser incorporada cualquier publicación científica seriada que haya publicado al menos un fascículo durante los últimos cinco años. Por el contrario, el *Índice* del CONACyT sólo incluye



a las revistas mexicanas que tienen posibilidades reales de ser incorporadas a los dos índices internacionales de mayor importancia en la actualidad: el *Science Citation Index* (SCI) y el *Social Sciences Citation Index* (SSCI). Para que esto ocurra, las revistas deben tener una regularidad estricta en su publicación. Por supuesto, queda fuera del ámbito del CONACyT (la investigación y los estudios de posgrado), el ampliar su *Índice* a todo tipo de publicaciones científicas. Por fortuna los editores agrupados alrededor de las reuniones de Guadalajara han tomado como suya la tarea de continuar con esta labor.

El volumen que incluye las ponencias presentadas en la reunión de Guadalajara de 1997 agrupa en tres temas principales los intereses de los editores participantes: la edición electrónica de las revistas científicas, así como los problemas asocia-

dos a la sustentabilidad de estas publicaciones y su presencia y visibilidad en el medio internacional. Los dos últimos temas constituyen también la preocupación de los editores del segundo libro que nos ocupa en este espacio y los abordaremos en la siguiente sección.

Revistas científicas mexicanas

En el sistema científico mexicano se premia con los mejores estímulos económicos y los fondo más generosos a los investigadores que publican en revistas con el mayor factor de impacto, esto es, las que son más citadas según los esquemas establecidos a través del SCI y el SSCI⁴. A esto se debe precisamente el interés del CONACyT en que las revistas mexicanas sean primero incorporadas a su *Índice* y luego intentar su ingreso al SCI o al SSCI. Sin embargo,



debido a la presión que tienen los investigadores radicados en México para demostrar que se mantienen como investigadores activos, varias instituciones de educación superior han generado sus propias revistas para canalizar la cada vez más amplia producción académica de sus profesores e investigadores⁵. El libro *Los dilemas de las revistas académicas mexicanas* reúne algunas de las preocupaciones de los editores de estas publicaciones frente al problema de no haber sido incluidos en el *Índice* del CONACyT.

La mayoría de las revistas mexicanas que solicitaron su incorporación al *Índice* del CONACyT y que no fueron aceptadas, caen en la clasificación de revistas técnicas: la mayoría de sus artículos no aportan una contribución nueva al conocimiento, sino que registran variantes o aplicaciones de situaciones bien entendidas, la mayoría inclusive publicadas en libros de texto o especializados. Estas revistas tienen una justificación para ser publicadas, en especial porque sirven de comunicación o actualización a diferentes gremios profesionales. Sin embargo, no cuentan con un sistema de arbitraje que gire alrededor de la originalidad de cada aportación y en consecuencia no procede su inclusión en el *Índice* del CONACyT.



Impacto internacional

El factor de impacto es el indicador más utilizado para apreciar el nivel de repercusión que tienen los artículos publicados en una revista de investigación. Este indicador mide el número de citas que han recibido los artículos publicados de una revista durante un año, registradas en los dos años subsiguientes en el SCI. Este indicador se normaliza con el número total de artículos publicados en el año considerado. De esta manera, un factor de impacto igual a uno indicaría que se obtuvo un número de citas (durante dos años) igual al número de artículos publicados en el año estudiado. La revista *Journal Citation Reports* (JCR), asociada al mismo instituto que publica el SCI y el SSCI, publica cada año los factores de impacto generados por cada revista

incluida en el SCI. Además, presenta una relación de los factores de impacto para todas las revistas que publican artículos en una misma especialidad. Este tipo de análisis permite ubicar la importancia relativa de cada revista con respecto a sus propios pares.

La comunidad científica internacional está consciente de que no siempre el factor de impacto es el mejor indicador para evaluar la repercusión internacional de una revista⁶. No obstante, siempre es deseable contar con la mayor información posible sobre la evolución temporal del desempeño de una revista, y el análisis de los factores de impacto es hasta ahora la única referencia absoluta que tenemos para comparar diferentes revistas en el ámbito internacional. A pesar de esta situación, resulta desconcertante constatar que en los dos libros que estamos reseñando, sobre revistas científicas latinoamericanas, ninguno de los editores involucrados en estas memorias se haya preocupado de realizar un análisis de sus propios factores de impacto.

En la tabla 1 anexa incluimos los factores de impacto registrados por las revistas latinoamericanas incluidas en el JCR correspondientes a 1996, 1997 y 1998. Incluimos además la posición relativa que tuvo cada revista, según su factor de impacto anual, dentro del grupo

de revistas científicas de su propia especialidad. Con ayuda de estos datos, surgen varios puntos que espero sean de interés para los editores de las revistas científicas incluidas en los dos libros que estamos reseñando.

El primer aspecto que sobresale al analizar la información que está incluida en la tabla 1 es el número tan bajo de revistas latinoamericanas consideradas (21: Argentina, 3; Brasil, 6; Chile, 4; Costa Rica, 1; México, 5; Venezuela, 2). Esta situación ya ha sido analizada en diferentes contextos^{2,6}. El segundo aspecto que nos interesa resaltar es el factor de impacto tan alto obtenido por una de estas revistas, la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica* (RMAA). Este factor de impacto de casi dos unidades la sitúa como una revista de primer mundo, en especial porque en 1997 y 1998 se ubicó además dentro del primer tercio de las



Tabla 1. Factores de impacto (FI) registrados entre 1996 y 1998 por las revistas latinoamericanas que están incluidas en el Science Citation Index. Entre paréntesis se indica el lugar relativo que tuvo cada revista entre el grupo de revistas de su especialidad según el Journal Citation Reports.

Título	País	Especialidad	FI: 1996	FI: 1997	FI: 1998
1. Archives of Medical Research	México	Medicina Inves./Exp.	—	0.492(44/60)	0.632(41/70)
2. Archivos Latinoamericanos de Nutrición	Venezuela	Nutrición	0.052(45/45)	0.125 (48/50)	0.075(49/50)
3. Biocell	Argentina	Biología celular	—	0.264(127/128)	0.408(133/139)
4. Boletín de la Soc. Química de Chile	Chile	Química	0.370(78/110)	0.357(84/111)	0.250(95/126)
5. Brazilian Archives of Biology and Technology	Brasil	Biología	—	—	— (65/65)
6. Brazilian Journal of Genetics	Brasil	Genética	0.321(74/78)	0.291(87/90)	0.283(94/103)
7. Brazilian Journal of Medical and Biological Research	Brasil	Medicina Inves./Exp.	0.455(41/49)	0.468(46/60)	—
8. Ciencias Marinas	México	Biología Marina	—	0.167(64/67)	0.478(58/68)
9. Hydrobiología	Argentina	Biología Marina	0.110(45/53)	0.283(51/61)	0.194(60/65)
10. Interciencia	Venezuela	Ciencias multidisciplinarias	0.070(45/53)	0.189(39/56)	0.219(41/62)
11. Journal of the Brazilian Chemical Society	Brasil	Química	—	0.293(89/99)	0.472(75/126)
12. Medicina Buenos Aires	Argentina	Medicina General/Interna	0.172(81/98)	0.313(71/99)	0.295(77/107)
13. Revista de Biología Tropical	Costa Rica	Biología	0.076(56/56)	0.132(56/60)	0.110(62/65)
14. Revista Brasileira de Biotecnologia	Brasil	Agricultura	—	—	— (57/57)
15. Revista Chilena de Historia Natural	Chile	Ciencias multidisciplinarias	0.202(37/63)	0.172(42/66)	0.330(30/62)
16. Revista de Geología Chilena	Chile	Geología	0.270(24/29)	0.375(27/32)	0.034(32/33)
17. Revista de Investigación Clínica	México	Medicina General/Interna	0.248(73/98)	0.400(61/99)	0.200(91/107)
18. Revista Médica Chilena	Chile	Medicina General/Interna	0.161(82/98)	0.162(89/99)	0.167(96/107)
19. Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica	México	Astronomía	0.938(19/36)	2.063(10/36)	1.714(12/37)
20. Revista Mexicana de Física	México	Física	0.199(55/62)	0.227(55/63)	0.119(64/65)
21. Revista de Microbiología	Brasil	Microbiología	0.150(64/65)	0.074(69/70)	0.086(77/80)
22. International Journal of Developmental Biology	España	Biología del desarrollo	1.702(16/23)	1.619(16/30)	1.659(17/31)

revistas más citadas en todo el mundo en astronomía. En la misma tabla 1 se incluyeron los datos de la mejor revista española ubicada en el SCI, el *International Journal of Developmental Biology*. A pesar de tener factores de impacto también cercanos a las dos unidades, su posición relativa en estos años se ubica siempre dentro de la mitad de revistas menos citadas en su especialidad.

Según los editores de la RMAA⁷, el auge alcanzado por sus artículos publicados se debe a varios factores, todos ellos considerados en las recomendaciones del comité de revistas científicas del CONACyT²: incluir investigadores reconocidos, no sólo de nuestro país, en el Consejo Editorial y en el proceso de arbitraje, así como ampliar el número de artículos con autores provenientes de diferentes instituciones. Todos sabemos que además de estas recomendaciones de sentido común, existen otras que no pueden ser mencionadas por un comité institucional como el del CONACyT. Específicamente me refiero a la mercadotecnia académica que es una práctica cotidiana desarrollada por los autores y editores de las revistas de primer mundo, pero que se realiza con cierta discreción. Este aspecto debe ser considerado también por los editores de nuestras revistas, y en este sentido es encomiable que continúen publicando sus

propias experiencias de edición en libros como los que reseñamos en esta ocasión.

Notas

1. C. Bazdreh, en *Revistas Científicas en América Latina*, A.M. Cetto. A. Alonso, compl. (FCE, 1999) p. 337.

2. M. Bonilla, M.A. Pérez Angón, *Interciencia* **24**, 102 (1999).

3. A.M. Cetto, O. Alonso Gamboa, *Interciencia* **23**, 84 (1998): <http://www.cichu.unam.mx>, <http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx>.

4. E. Garfield, *Current Contents* **25**, 20/06/94 y 18/07/94.

5. Véase, por ejemplo, *Ciencia ergo sum* (UAEM), *Acta Universitaria* (UGto), *Ciencia en la frontera* (UACJ).

6. Véase, por ejemplo, E. Vogel, *Bol. SMF* **14**, 11 (2000).

7. J. Cantó, comunicación personal.





AVANCE Y PERSPECTIVA

órgano de difusión del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
CONVOCA
al concurso institucional de
FOTOGRAFÍA

Con la finalidad de documentar fotográficamente y dar a conocer la vida cotidiana, las experiencias de trabajo y la actividad académica de nuestra institución.

La participación estará sujeta a las siguientes

BASES

1. Podrán participar de manera individual o colectiva todos los miembros de la comunidad Cinvestav de Zacatenco y de todas las unidades y laboratorios foráneos: personal académico, administrativo, técnico y manual, de base y de confianza y estudiantes. Los participantes deberán acreditarse con credencial vigente a la fecha de cierre de este concurso.
2. Para participar en el concurso se requiere entregar una fotografía en blanco y negro, en color o digital de 10 por 8 pulgadas sin retoque, montada en cartulina negra rígida de 11 por 14 pulgadas, con una leyenda al calce que dé título a la fotografía y con el seudónimo del participante claramente anotado en el reverso. *En sobre cerrado anexo se incluirán los datos del o los autores, nombre, seudónimo, edad, adscripción en el Cinvestav, datos para su localización, fotocopia de la credencial vigente, así como el negativo de la foto y el tipo de cámara y película utilizadas.*
3. Cada participante podrá concursar hasta con tres fotografías, en el entendido de que cada una será evaluada y dictaminada por separado.
4. Los temas de las fotografías serán elegidos libremente por el concursante y deberán referirse a la vida, la actividad y el trabajo realizados en el Cinvestav.
5. Se otorgarán diez premios con un monto de \$3000.00 cada uno y diez menciones honoríficas sin premio en efectivo.
6. Las fotografías premiadas y las que obtengan mención serán exhibidas a partir de la fecha de premiación por un periodo de 30 días en el vestíbulo del Auditorio Arturo Rosenblueth en la Unidad Zacatenco y durante ocho días en cada una de las unidades foráneas de la institución.
7. El concurso contará con un jurado *ad hoc* integrado por tres conocedores del tema.
8. Los materiales deberán entregarse personalmente en las oficinas de *Avance y Perspectiva*, atención Sra. Martha Aldape, o ser enviados por correo certificado o por mensajería profesional firmados con seudónimo. Al mismo tiempo, deberá entregarse el formato anexo debidamente llenado en sobre cerrado e identificado con el seudónimo del participante.
9. Los concursantes que resulten premiados ceden al Cinvestav el derecho de uso y explotación de las fotografías para que sean difundidas por la revista *Avance y Perspectiva*, el Informe Anual de Labores o cualquier otra publicación institucional avalada por el Cinvestav, dentro de un periodo de tres años a partir de la fecha de premiación. Por su parte el Cinvestav se compromete a otorgar los créditos correspondientes de autoría en cada caso.
10. La fecha límite para la recepción de materiales será el 31 de octubre del 2000.
11. La decisión de los jurados será inapelable. Se hará pública el 1 de diciembre del 2000. La premiación tendrá lugar en ceremonia pública que se celebrará en el Auditorio Arturo Rosenblueth del Cinvestav con la presencia del jurado y de las autoridades de nuestra institución, en fecha que se dará a conocer con la debida anticipación.



6a. Conferencia de Ingeniería Eléctrica



Pierre ALETTI
Departamento de Radiofísica
Centro Alexis Vautrin, Francia.

Héctor Fernando ARROYO
Jesús FLORES
National Semiconductor
Corporation.

Ryszard STRUZAK
Consultor Europeo en
Telecomunicaciones, Suiza.

Barry Tard THOMAS
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Bristol, Reino Unido.

René VILLALOBOS
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Estatal de Arizona, E.E.U.U.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica del
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE
ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO
POLITÉCNICO NACIONAL
(CINVESTAV)**

invita a su sexta conferencia de
Ingeniería Eléctrica CIE 2000 los días 6, 7 y 8
de septiembre del 2000, en la sede
Zacatenco del Cinvestav.

Presidente del Comité Organizador: Francisco Ruiz Sánchez.
Informes: María del Carmen Quintero Martínez, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Cinvestav-IPN.
Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360 México, D.F. Tel. 57-47-38-00 ext. 3018.
Fax: 57-47-71-02 E-mail: cie2000@mail.cinvestav.mx URL: <http://www.cinvestav.mx> (ver eventos).



XX Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas



XLIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas

ACTIVIDADES

Conferencias plenarias:

Salvador Moncada, Inglaterra
Torsten Wiesel, EUA
Carlos Belmonte, España
Ricardo Milei, México
Alberto Aguayo, Canadá

Simposios

Sesiones orales

Carteles

Talleres

Cursos precongreso

TEMATICA

Biología del desarrollo
Neurobiología comparada
Ritmos circádicos
Epitelios
Oxido nítrico
Neuropéptidos
Neuroendocrinología
Mecanismos de memoria
Fisiología cardiovascular
Fisiología respiratoria
Neurología experimental
Regulación del volumen celular
Neurotransmisores
Músculo
Canales iónicos

INFORMES:

Presidente de la SMCF
Dra. Rosalinda Guevara
Facultad de Medicina, UNAM
Teléfono: lab. 55503587
FAX: 56232241
rguevara@servidor.unam.mx

Secretario de la SMCF
Dr. Ismael Jiménez
CINVESTAV, IPN.
Teléfono: 57774700 ext. 5164
FAX: 57477105
ijimenez@fisio.cinvestav.mx

PAGINAS WEB:

<http://smcf.fisio.cinvestav.mx/index.html>
<http://ifc.sunl.ifisiol.unam.mx/smcf/>
<http://www.servimed.com.mx>

Sede:

Hotel Fiesta Americana Coral Beach
Cancún, Quintana Roo, México
3-7 de septiembre de 2000

Participa en la RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DEL CINVESTAV

LA COMISIÓN ENCARGADA DE RECONSTRUIR
LA HISTORIA DE NUESTRA INSTITUCIÓN INVITA:

* a toda la comunidad del Cinvestav: académicos, alumnos, egresados, trabajadores administrativos, técnicos y manuales a escribir testimonios libres sobre cualquier tipo de experiencia o reminiscencia significativa de su vida en nuestra institución.

* a los colegios de profesores de las unidades, departamentos y secciones a organizarse internamente para producir la historia de sus entidades.

* a los jóvenes investigadores de nuestra institución a participar en la realización de diálogos y entrevistas a los profesores fundadores y eméritos.

* a todo el personal académico a preparar, a su elección y criterio, ponencias sobre la historia de distintas líneas o temáticas del conocimiento aportado por el Cinvestav y a debatirlas con especialistas externos en foros públicos a celebrarse en el año 2001.

El material recuperado por estas diversas vías dará origen a volúmenes impresos o materiales audiovisuales diferenciados que consignarán diversos enfoques sobre la historia de nuestra institución, que se publicarán a lo largo del año 2001.



Mayor información
Dra. María de Ibarrola
Asesora de la Dirección General
mbarrola@infadm.inf.cinvestav.mx
Tels: 57 47 70 91/ 57 47 70 92; fax:
57 47 70 93