



AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Vol. 12, noviembre-diciembre de 1993 México ISSN 0185-14111 • N\$ 5.00

La enfermedad de Alzheimer

Para inventar la mente

Epidemias informáticas



MAESTRIA Y DOCTORADO EN BIOTECNOLOGIA

Exámenes a presentar:

Inglés/Computación.
Matemáticas/Estadística.
Bioquímica.
Microbiología.
Conocimientos Generales.

Examen de admisión:

Del 8 al 12 de
noviembre de 1993 y/o
del 10 al 14 de enero de 1994.

Inicio de cursos:

Febrero de cada año.

LINEAS DE INVESTIGACION

- Agroquímicos de origen biológico.
- Aprovechamiento biotecnológico de desechos agropecuarios.
- Aprovechamiento biológico de residuos agroindustriales.
- Biocatalizadores.
- Biodegradación, tratamiento y disposición de residuos agropecuarios e industriales.
- Biología de levaduras y bacterias de importancia industrial.
- Conservación de microorganismos.
- Cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales para la producción de metabolitos secundarios.
- Ingeniería de procesos, instrumentación y control automático.

Becas:

Los estudiantes admitidos recibirán el apoyo departamental para solicitar becas ante el CONACYT.

INFORMES E INSCRIPCIONES:

Coordinación Académica del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería
Av. IPN No. 2508. Col. San Pedro Zacatenco, México, D.F. C.P. 07300
Tels.: 754 02 00 y 752 06 77 Ext. 3906, 3966 Fax: 752 05 90 y 586 62 90

AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Director: Feliciano Sánchez Sinencio
Secretario Académico: Julio G. Mendoza Alvarez
Editor: Miguel Angel Pérez Angón
Editor Asociado: Gabino Torres Vega
Coordinación editorial: Martha Pérez de Izarrarás
Diseño y cuidado de la edición: Rosario Morales A. y
 Josefina Munguía Romero
Redacción: Carlos Chimal
Tipografía: Carolina Herrera Z.

CONSEJO EDITORIAL

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

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

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral editada por la Secretaría Académica del CINVESTAV. El número correspondiente a noviembre-diciembre de 1993, volumen 12, se terminó de imprimir en octubre de 1993. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. **Editor responsable:** Miguel Angel Pérez Angón. Oficinas: Av. IPN No. 2508, Esq. Ticomán. Apdo. Postal 14-740, 07000 México, D.F. Certificados de licitud de título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de título No. 705-82 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 016 0389, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. **Negativos, impresión y encuadernación:** Comunicación Litográfica, Av. 585 #8, Col. San Juan de Aragón, 07920 México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número marzo-abril de 1993, vol. 12, pág. 248. 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 N\$ 30.00

Sumario Vol. 12, noviembre-diciembre de 1993

-
- 323 La enfermedad de Alzheimer
Raúl Mena López y Herlinda Rivera Rosas
- 335 Para inventar la mente
Oliver Sacks
-

Innovaciones Educativas

- 352 Nuevos libros de texto: para tomar la palabra, el de Español
Gerardo Moncada
-

Perspectivas

- 358 Sociedad de alumnos en el Cinvestav
Ricardo Félix y Manuel Rosales
-

Noticias del Centro

Libros

- 369 El encanto de las superficies, de F. Mejía Lira y J. L. Morán López
Rubén Barrera
-

Matices

- 372 Interiores
Jorge G. Hirsch
- 374 Reivindicando a Marcelino Cerejido
Germán D. Masllorrens
-

- 379 Índice, volumen 12
-

Portada: Imagen obtenida con microscopio de epifluorescencia de una sección de 6µm de espesor del hipocampo de un caso de Alzheimer. La maraña neurofibrilar (verde) se encuentra junto a una placa senil teñida con colorante fluorescente rojo.
 Foto: R. Mena López, 400 x.



III CONGRESO NACIONAL DE DIVULGACION DE LA CIENCIA SOMEDICYT

Del 10 al 13 de noviembre de 1993, Querétaro, Qro.

Auditorio principal "Fernando Díaz Ramírez" de la Universidad Autónoma de Querétaro dedicado a la presentación e intercambio de experiencias acerca de:

LA DIVULGACION HOY

Divulgación por escrito

Periodismo científico

Medios audiovisuales

Investigación y estudios sobre divulgación

Actividades con el público

Muestras y exposiciones científicas

Informes:

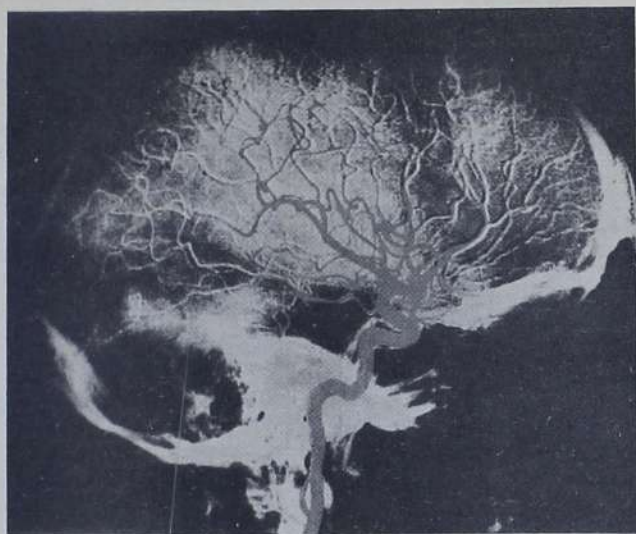
SOMEDICYT

Museo Tecnológico de la CFE

2a. Sección del Nuevo Bosque de Chapultepec
de 9 a 17 hrs. en los tels. 277 57 79 y 516 13 57
Fax: 516 55 20

La enfermedad de Alzheimer

Aun cuando no hay todavía una cura para esta enfermedad asociada a una degeneración cerebral, ya existen tratamientos encaminados a aliviar sus primeros síntomas.



Raúl Mena López y Herlinda Rivera Rosas

Incidencia

La enfermedad de Alzheimer (EA) fue descrita por primera vez en 1907¹. Sin embargo, no fue sino hasta 1986 que se reconoció como un problema mayor de salud mundial. Desde entonces, sin duda, no conocemos otra enfermedad del cerebro humano que haya despertado más interés entre los neurocientíficos del mundo. En los últimos siete años se han conseguido impresionantes

avances en las diversas disciplinas de estudio de esta enfermedad: patología de proteínas de citoesqueleto, amiloidosis cerebral, genética molecular y neuroquímica. Esta común y devastadora degeneración cerebral, cuyo origen aún se desconoce, ocurre en todo el mundo, sin preferencia de raza, y es la causa del 30 al 50% de todos los trastornos que producen deterioro de las funciones intelectuales en la vida adulta. En los Estados Unidos, por ejemplo, afecta a más del 5% de la población mayor de 65 años, y aproximadamente al 20% de la población de 80 años o más². En Canadá, país que se caracteriza por tener una alta emigración del grupo de edad productiva (lo que condiciona que un alto porcentaje de la población sea mayor de 65 años), la demencia del tipo de Alzheimer se presenta en el 7-15% de este último grupo de población y hasta en el

El Dr. Raúl Mena López, investigador adjunto del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav, es médico egresado de la Universidad Autónoma de Yucatán y doctor en ciencias (Biología Celular) del Cinvestav. Su campo de investigación es la inmunoneuropatología de la enfermedad de Alzheimer. La bióloga Herlinda Rivera Rosas realiza sus estudios de maestría en el mismo departamento.

Tabla 1
Enfermedades que causan demencia

Enfermedades parenquimatosas difusas del sistema nervioso central	Trastornos vasculares
Demencias preseniles	Arteriosclerosis
Enfermedad de Alzheimer	Hipoxia y anoxia
	Hidrocefalia
Enfermedad de X Creutzfeld-Jacob	Enfermedades por deficiencias
Complejo demencial parkinsoniano de Guam	Síndrome de Wernicke Korsakoff
Corea de Huntington	Pelagra
Demencia senil	Deficiencia de vitamina B12
Otras enfermedades degenerativas	Toxinas y drogas
Epilepsia mioclónica progresiva	Tumores cerebrales
Parálisis progresiva supranuclear	Trauma
Enfermedad de Parkinson	Lesiones cefálicas
Esclerosis múltiple	Síndrome alcohólico (punch-drunk)
Trastornos metabólicos	Hematoma subdural
Mixedema	Insolación
Enfermedad paratiroidea	
Enfermedad de Wilson, etc.	

Tomado de Bowen y Davison²⁴

40% de las personas mayores de 85 años. Un cálculo poblacional reciente indica que para principios del siglo XXI el 15% de la población mundial tendrá más de 65 años³. En México, los datos estadísticos de la EA no parecen reflejar las cifras esperadas para nuestra distribución de población ya que, por ejemplo, en 1990 se registraron únicamente 111 defunciones por EA, de las cuales 56 correspondieron a hombres y 55 a mujeres⁴. Sin embargo, hay otros informes estadísticos que refieren que por lo menos 350,000 personas podrían padecer actualmente este mal incurable.

Entre las enfermedades que causan demencia (tabla 1), la EA es la más común en la edad adulta. Bajo el término de demencia se engloban las condiciones que producen una pérdida progresiva de las funciones mentales como pensar, razonar o aprender. La EA es un síndrome demencial que se caracteriza, en sus etapas iniciales, por una pérdida progresiva de la memoria y, en sus etapas más avanzadas, por un deterioro severo de las funciones intelectuales. Por su forma de presentación, la enfermedad puede ser esporádica (85-95% de los casos) o genética (5-15% de los casos) con carácter dominante autosómico (familiar)⁵. La variedad genética de la EA se encuentra asociada a lesiones puntiformes localizadas en los cromosomas 21 (asociado a la demencia de inicio temprano, esto es, antes de los 60 años), 14 y 19q. Las lesiones en estos dos últimos cromosomas se encuentran asociados a una demencia de inicio tardío, esto es, después de los 60 años.

Primeros estudios

El inicio de los estudios morfológicos de la EA se ubica a principios de siglo, con el médico alemán Alois Alzheimer, quien en el año de 1907 encontró agregados de neurofibrillas y placas en la corteza cerebral de una mujer de 50 años que había muerto demente después de cuatro años de enfermedad. El cuadro clínico de esta paciente se había caracterizado inicialmente por una pérdida gradual de la memoria, deterioro de la personalidad, desorientación y concluyó con un detrimento severo de todas sus funciones intelectuales. El doctor Alzheimer realizó sus observaciones en cortes del cerebro que había teñido con sales de plata (impregnación argéntica de Bielschowsky). Los agregados de neurofibrillas fueron denominados por el mismo Alzheimer como marañas neurofibrilares.

Síntomas y conducta

Los síntomas de la enfermedad varían de persona a persona y al principio pueden no distinguirse de los síntomas de olvido que ocurren en casos de depresión, ansiedad, mucho estrés y enve-

jecimiento gradual. Con el fin de hacer más clara la evolución de la enfermedad, el cuadro clínico ha sido dividido básicamente en tres etapas clínicas⁶. La primera etapa se caracteriza principalmente por un deterioro notable de la memoria de corto plazo, junto con una disminución de la percepción espacial, de la memoria topográfica y una desorientación en tiempo y espacio. Otros datos clínicos de esta etapa inicial consisten en un deterioro de la concentración y en fatiga acompañada de ansiedad. Ocasionalmente se observa depresión. La segunda etapa se caracteriza por un detrimento progresivo de todos los aspectos de la memoria; además se presenta disfasia (carencia de coordinación en el lenguaje) asociada con un déficit del lóbulo parietal, que produce dispraxia (trastorno de los movimientos coordinados) y agnosia (carencia de la habilidad de la percepción sensorial). En esta segunda etapa también se han observado focos epilépticos en un 5-10% de los casos. En términos emocionales el paciente se muestra apático y desaparecen con frecuencia el juicio y la capacidad para el pensamiento abstracto. Por lo común, al final de esta etapa se presenta un síndrome psicótico acompañado de ilusiones y alucinaciones. La tercera etapa se caracteriza por gran deterioro de todas las funciones intelectuales; se presenta aumento en el tono muscular, desinhibición emocional notable y hundimiento de la personalidad normal, al grado que los pacientes pueden incluso no reconocer a sus familiares o su propio rostro en un espejo. Otros datos clínicos comunes son la pérdida del control de los esfínteres, disminución de peso y, finalmente, en forma drástica, el paciente termina en un completo estado vegetativo, producido por la severa decorticación cerebral. La enfermedad concluye en forma inevitable con la muerte en un lapso aproximado de seis a doce años, con frecuencia producida por enfermedades secundarias, principalmente infecciones renales o pulmonares.

Etiología

La EA no es primariamente un trastorno de neurotransmisión colinérgica central, ni resulta de la anomalía de un sólo neurotransmisor, sino que refleja una degeneración morfológica diseminada que afecta a la mayoría de los neurotransmi-

Tabla 2
Factores de riesgo de la enfermedad de Alzheimer

Envejecimiento
Sexo
Bajo nivel educativo
Trauma cefálico
Aluminio
Dosificación genética (Trisomía 21, etc.)
Mutación de la PPAβ o la apolipoproteína E

PPAβ = Proteína precursora del β-amiloide.

sores cerebrales. Más aún, un hecho importante en la patogénesis de la EA está dado por el hallazgo de que la diseminación del proceso neurodegenerativo no parece ser aleatorio; en cambio, se afectan específicamente ciertas áreas y circuitos neuronales, mientras que otros son respetados. Hay varios factores de riesgo en la población general que han sido relacionados con la etiología de la EA y están basados en evidencias experimentales (tabla 2). La asociación genética en la etiología de la demencia del tipo de Alzheimer está ampliamente apoyada por el hallazgo de que casi el 100% de los pacientes con el síndrome de Down (mongolismo) que llegan hasta la vida adulta (más de 35 años) desarrollan cambios histopatológicos en el cerebro indistinguibles de los presentes en los casos de Alzheimer. Además, la mayoría de los pacientes de Down que viven más de 50 años sufre algún grado de deterioro progresivo de las funciones intelectuales.

El gen que codifica la proteína precursora del β-amiloide se encuentra en el brazo largo del cromosoma 21. La sobreexpresión del producto de este gen (el β-amiloide), explica el desarrollo de los depósitos de esta proteína en los casos del síndrome de Down. Las mutaciones del precursor del β-amiloide se han encontrado en ciertas familias que presentan la EA. El defecto consiste en una mutación puntual del gen (valina 717 por isoleucina o glicina). Estos casos son clínicamente y neuropatológicamente similares a los casos esporádicos de EA sin fallas genéticas demostrables. Sin embargo, las mutaciones del precursor del β-amiloide explican de manera indiscutible sólo cier-

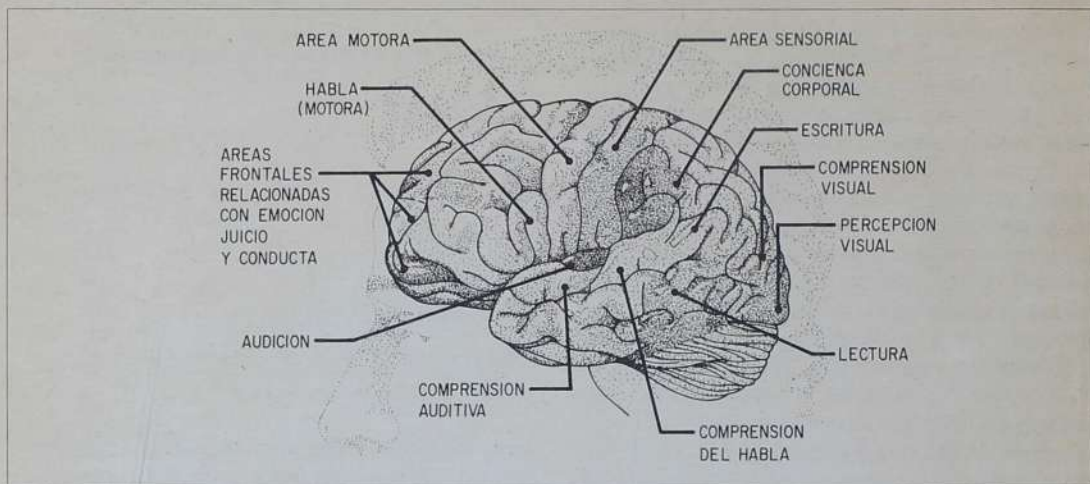


Figura 1. Los síntomas y cambios de conducta que presenta un enfermo de Alzheimer se relacionan directamente con las áreas que se dañan por la acumulación de las placas seniles y las marañas neurofibrilares (ver explicación en el texto. Cortesía de la hermana Angela O'Sullivan. Banco de Cerebros de la Universidad de Cambridge, Inglaterra).

tas familias con la forma dominante autosómica de la enfermedad. Por estas razones, todavía no está bien entendida la participación del gen precursor del β -amiloide en la etiología de la demencia en la enfermedad de Alzheimer.

Áreas del cerebro blanco de la enfermedad

Los sistemas cerebrales más vulnerables a la EA son los siguientes: (1) el sistema cortical (la corteza temporal media, la neocorteza asociativa, y las cortezas frontoparietal y occipital); (2) el sistema límbico-talámico-cortical; (3) los sistemas colinérgico y monoaminérgico; y (4) el circuito del hipocampo (incluyendo la corteza entorrinal). Las áreas motora primaria y somatosensorial se encuentran relativamente respetadas y, por lo general, sólo se encuentran lesionadas en los casos muy avanzados de la enfermedad. La degeneración de las células nerviosas (las neuronas piramidales grandes son las más afectadas) de las áreas ya mencionadas explica las manifestaciones clínicas de la enfermedad (figura 1). Esta degeneración celular también explica las alteraciones neuroquímicas que se encuentran en las personas

afectadas; las más notables son las siguientes: una disminución en la actividad de la enzima acetil colina transferasa en un 50-85% de las áreas corticales y el hipocampo; disminución de la población de neuronas colinérgicas del núcleo basal de Meynert; pérdida del 18% de los receptores muscarínicos en la corteza frontal; disminución del 21-37% en la concentración de serotonina (SHT) en el hipocampo y núcleo estriado; reducción del 18-36% de la concentración de noreadrenalina tanto en la corteza frontal como temporal y en el putamen; y descenso en la concentración de dopamina (18-27%) en la corteza temporal e hipocampo⁸.

Diagnóstico

El diagnóstico definitivo de la EA se basa en el examen neuropatológico del tejido cerebral obtenido por autopsia. Sin embargo, en la actualidad existen criterios muy bien definidos para su diagnóstico en vida.

Diagnóstico clínico. En la práctica clínica el diagnóstico más definitivo es el considerado como *probable* enfermedad de Alzheimer que ofrece un margen del 90-95% que el diagnóstico



Figura 2. Las clásicas lesiones de la enfermedad de Alzheimer, las placas (flechas), las marañas neurofibrilares (cabezas de flecha grandes) y los hilillos del neuropilo (puntas de flecha chicas), ocupan prácticamente todo el campo de esta área de la corteza frontal (material gris). Inmunotinción con el anticuerpo monoclonal 6.423, que es un marcador de los FFA. Técnica de peroxidasa/anti-peroxidasa modificada. Microscopía de luz con óptica de transmisión de contraste interferencial. 450x.

sea el correcto. En cambio, el término *posible* enfermedad de Alzheimer se refiere a un cuadro clínico potencialmente causado por un factor en particular y en que existen posibilidades de que se trate de una verdadera enfermedad de Alzheimer (ver resumen de estos criterios en la tabla 3). Los métodos de laboratorio útiles para el diagnóstico clínico de la enfermedad incluyen la tomografía computarizada, la resonancia magnética nuclear, la tomografía de emisión de positrones y el electroencefalograma. Entre las pruebas bioquímicas que también pueden ser empleadas para apoyar el diagnóstico se encuentran la cuantificación de las diversas sustancias que se encuentran alteradas o modificadas en los cerebros de los pacientes como la proteína β -amiloide y su precursor, ciertos neurotransmisores como la acetilcolina, la proteína tau soluble o la insoluble que está incorporada a los filamentos helicoidales apareados. La cuantificación del contenido genético es también útil para diagnosticar el cuadro de Alzheimer de variedad genética.

Diagnóstico neuropatológico. El criterio histopatológico para el diagnóstico de la EA se basa en la presencia de placas seniles o neuríticas (descritas por primera vez por Bloq y Marinesco en 1892) y marañas neurofibrilares¹ en áreas

específicas del cerebro (figura 2). Otras lesiones histopatológicas que comúnmente se encuentran en los cerebros de los enfermos y que ayudan para el diagnóstico neuropatológico son las neuritis distróficas (hilillos del neuropilo o neuritis hipertróficas) y la degeneración granulo-vacuolar (lesión citológica restringida a las neuronas piramidales del hipocampo).

Las placas seniles y las marañas neurofibrilares pueden encontrarse en otros procesos neurodegenerativos, e incluso durante el envejecimiento normal. Otros trastornos del sistema nervioso central que se pueden acompañar de marañas neurofibrilares en áreas específicas según la enfermedad son: el síndrome de Down, el complejo demencial parkinsoniano de Guam, la parálisis supranuclear progresiva, la demencia pugilística y el síndrome de Pick. Precisamente porque la presencia de las marañas neurofibrilares y las placas seniles no es específica de los cerebros afectados por la EA, el diagnóstico histopatológico se basa en datos cuantitativos de acuerdo a criterios bien definidos². En general, los métodos de tinción para el diagnóstico de rutina son los siguientes: (1) rojo Congo, (2) tioflavina S, y (3) impregnación argéntica de Bielschowsky. En los últimos años se han empleado también técni-

Tabla 3
Criterios para el diagnóstico clínico de la enfermedad de Alzheimer

Criterios para el diagnóstico clínico de probable enfermedad de Alzheimer
Demencia al examen clínico documentado por pruebas del estado mental y confirmada por pruebas neuropsicológicas
Deficiencia en dos o más funciones cognoscitivas
Empeoramiento progresivo de la memoria y otras funciones cognoscitivas
No hay problemas de conciencia
Inicio entre los 40 y 90, generalmente después de los 65 años
Ausencia de trastornos cerebrales o sistémicos que por ellos mismos pudiera explicar las deficiencias cognoscitivas y la pérdida progresiva de la memoria
<i>Evidencias que apoyan el diagnóstico probable de enfermedad de Alzheimer</i>
Deterioro progresivo de funciones cognoscitivas específicas (v.gr. lenguajes [afasia], habilidades motoras [apraxia] y percepción [agnosia])
Deterioro de las actividades de la vida diaria y patrones de conducta alterados
Historia familiar de trastornos similares (especialmente si fueron confirmados patológicamente)
Resultados de punción lumbar normales
Cambios normales o no específicos en el electroencefalograma (v.gr. onda corta)
Atrofia cerebral progresiva en el análisis tomográfico computarizado
<i>Rasgos consistentes con probable enfermedad de Alzheimer (después de excluir otras causas de demencia)</i>
Mesetas en la progresión de la enfermedad
Síntomas asociados: depresión, insomnio, incontinencia, ilusiones, alucinaciones, reacciones catastróficas (verbales, emocionales, físicas), trastornos sexuales, pérdida de peso
Otras anomalías neurológicas (especialmente en casos avanzados) incluyendo tono muscular aumentado, mioclonos y trastornos de la marcha
Convulsiones (en casos avanzados)
Examen tomográfico computarizado normal para la edad
<i>Rasgos inconsistentes con probable enfermedad de Alzheimer (hacen el diagnóstico incierto o no probable)</i>
Inicio apoplético repentino
Hallazgos neurológicos focales como hemiparesia, pérdida sensorial, defectos en el campo visual e incoordinación temprana
Convulsiones y trastornos de la marcha
<i>Criterios para el diagnóstico clínico de posible enfermedad de Alzheimer</i>
Síndrome demencial con variaciones en el inicio, presentación o curso, en ausencia de otros trastornos que por ellos mismos puedan causar demencia
Demencia asociada a trastorno cerebral o sistémico secundario que pudiera ser suficiente para producir demencia pero que no se considera la causa primaria
Deficiencia cognoscitiva severa, individual, de progresión gradual en ausencia de una causa identificable (este criterio se diseñó específicamente para la investigación)
<i>Criterios para el diagnóstico definitivo de enfermedad de Alzheimer</i>
Criterios de probable enfermedad de Alzheimer más evidencias histopatológicas por biopsia o autopsia
<i>Subgrupos sugeridos (rasgos que pueden diferenciar tipos de probable Alzheimer que pueden ser útiles para la investigación)</i>
Familiar
Comienzo antes de los 65 años
Asociados con la trisomía 21
Coexistentes con la enfermedad de Parkinson u otras condiciones relevantes

Tomado de G. De McKhann, et al., Clinical diagnosis of Alzheimer's disease; report of the NINCDS-ADRDA work group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. *Neurology* 34: 939 (1984).

cas inmunocitoquímicas para ayudar al diagnóstico. Sin embargo, dada la complejidad y heterogeneidad de la composición de las lesiones patológicas de los cerebros, esta alternativa frecuentemente ha fomentado a numerosas controversias. Además, las tinciones inmunocitoquímicas de la proteína β -amiloide son mucho más sensibles que las convencionales no inmunológicas (tinciones de plata o de hematoxilina y eosina).

Histopatología

Placas seniles o neuríticas

Hay cuatro tipos principales de placas seniles: difusa, primitiva, clásica y quemada (*burned-out*). En realidad, estos tipos representan diversos estadios de desarrollo desde la forma de placa difusa (este tipo de placa no puede ser teñido con técnicas de plata ya que no posee componentes neuríticos, pero sí puede ser detectada por medio de una inmunotinción con anticuerpos contra la proteína β -amiloide), seguido por los estadios de placa primitiva y clásica, hasta la *burned-out*⁹, (que representa el estadio más tardío de desarrollo de las placas). La típica placa clásica es una lesión esférica de 10-200 μ m de diámetro que tiene un núcleo central amiloideo formado de proteínas filamentosas anormales. Este núcleo está rodeado por un halo amorfo fuera del cual se encuentra un arreglo de terminales nerviosas degeneradas, generalmente hinchadas y dispuestas anularmente (figura 3). Al microscopio electrónico de transmisión, el amiloide² aparece fibroso, liso, sin ramificaciones y con una ligera rotación longitudinal. Su diámetro puede variar de 7.5 a 10 μ m. Cada fibrilla parece contener dos o más subunidades filamentosas (2.5-3.5 μ m de diámetro). La acumulación de las placas en el cerebro parece ser muy lenta y preceder (30 años o más) a la aparición de las manifestaciones clínicas de la enfermedad¹⁰. A pesar de que no hay duda de que la presencia de placas seniles en los casos de Alzheimer sea un rasgo histológico necesario, su presencia *per se* no es suficiente para el inicio de la enfermedad. Los depósitos de amiloide se de-

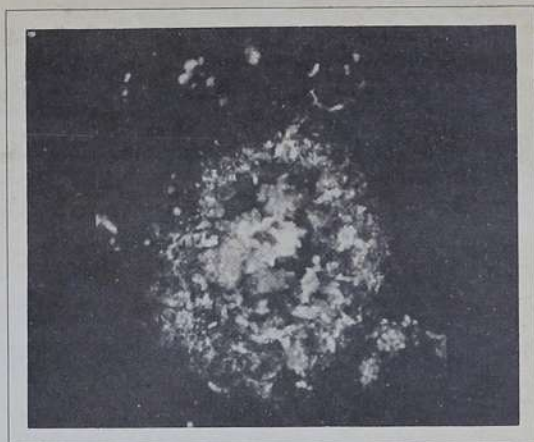


Figura 3. Las fibrillas de β -amiloide de una placa senil típica reaccionan intensamente con un anticuerpo monoclonal que reconoce los residuos 8-17 de proteína β -amiloide. Corte de 60 μ m de espesor de la corteza frontal. Imagen proyectada de 10 cortes ópticos de 2.5 μ m de espesor, cada uno. Microscopía confocal de fluorescencia. 300 x.

sarrollan también alrededor de los vasos sanguíneos meningeos e intracorticales, lo que se llama *angiopatía amiloidea*. Esta lesión vascular es menos frecuente que las placas seniles.

El β -amiloide o proteína β /A4 es el principal constituyente de las placas seniles tanto en la EA como en el síndrome de Down. Glenner y Wong¹¹, en 1984, por primera vez aislaron y secuenciaron parcialmente el amiloide de una angiopatía amiloidea cerebral. El β -amiloide es un polipéptido de 4kD y tiene una longitud de 42-43 aminoácidos. Se origina como producto de secreción normal de una proteína transmembranal muy grande llamada proteína precursora del β -amiloide (PPA β). Hay, por lo menos, tres isoformas diferentes de la ppA β , con 695, 751 y 770 residuos de aminoácidos, que se generan por un recorte *splicing* alternativo del ARN mensajero que se deriva de un solo gen localizado en el brazo largo del cromosoma 21 (figura 4)¹². En realidad, resulta interesante que la PPA β sea un componente celular fisiológico de todos los animales y participe en diversas funciones como la regulación del crecimiento autocrino, además de actuar como una proteína reguladora de la membrana celular y ser un factor de adhesión de la superficie celular. A pesar de que al presente son

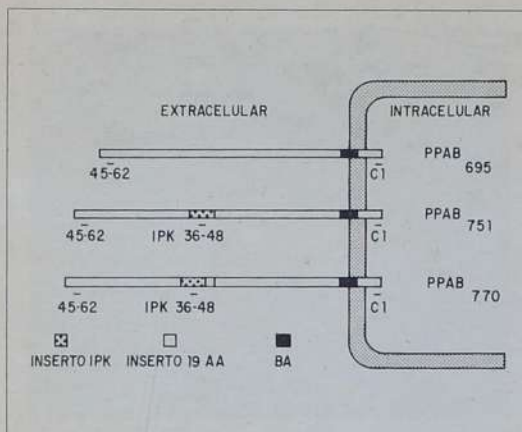


Figura 4. Esquema de la estructura primaria de las tres isoformas completas de la proteína precursora del β -amiloide (BA) (695, 751 y 770). Modelo basado en el propuesto por Kang *et al*, *Nature* 325, 733 (1987). PPAB = Proteína precursora del β -amiloide; IPK = Inhibidor de proteasas Kunitz; AA = aminoácidos.

desconocidos los mecanismos moleculares precisos de procesamiento de la PPAB a la proteína madura o β -amiloide, este producto del proce-

samiento se excreta continuamente y, más aún, se puede detectar en pequeñas cantidades en el líquido cefalorraquídeo de sujetos normales no dementes. Este hallazgo reciente ha contribuido a descartar que el procesamiento anormal del precursor sea la causa de la acumulación excesiva e incontrolada del β -amiloide en los cerebros de los enfermos de Alzheimer.

Marañas neurofibrilares

Las marañas neurofibrilares (MNF) son acumulaciones fibrosas argirofílicas (afines a la plata) que se encuentran en el citoplasma de las neuronas susceptibles. El número de MNF observadas en estudios histológicos *post-mortem* correlaciona con la severidad y duración de la demencia en la EA¹³. A medida que la EA progresa, las MNF ocupan paulatinamente todo el citoplasma de las neuronas piramidales afectadas, lo que lleva a la muerte neuronal. Al ocurrir esto, las MNF se liberan al espacio extracelular en donde sufre una serie de modificaciones que implican pasos de proteólisis,

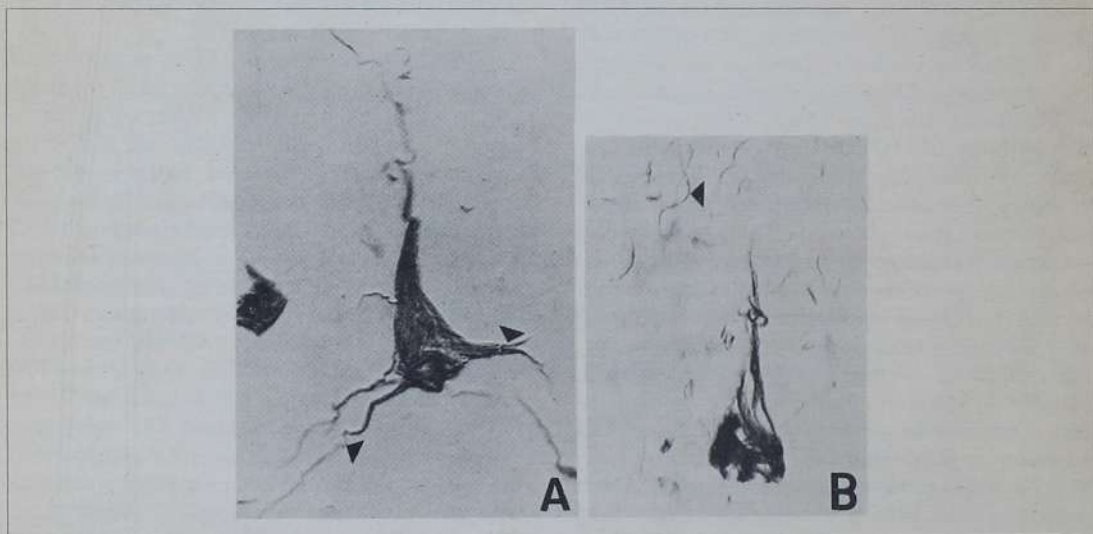


Figura 5. Marañas neurofibrilares (MNF) en un caso de Alzheimer de duración corta (A) y larga (B) de la demencia clínica. Las modificaciones morfológicas de las MNF correlacionan con la evolución de la enfermedad. (A) La MNF tiene la forma piramidal de la neurona. La degeneración se encuentra en los largos procesos dendríticos de la célula (cabezas de flecha). (B) La MNF extracelular o "fantasma", que resulta de la muerte de la neurona, se encuentra rodeada de numerosos hilillos en el neuropilo (punta de flecha). Corteza frontal de casos de Alzheimer inmunoteñida con el anticuerpo 6.423 de acuerdo a una técnica modificada de peroxidasa/anti-peroxidasa. Microscopía de luz con óptica de transmisión de contraste interferencial. 195x.

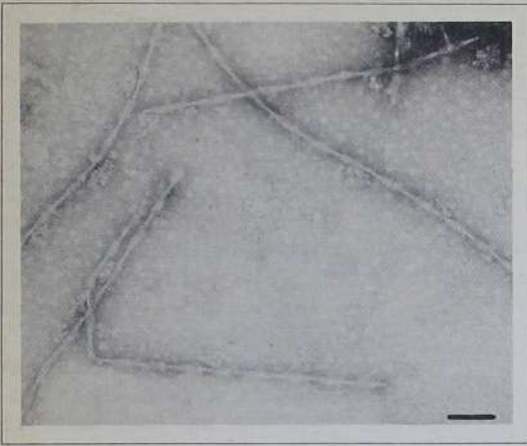


Figura 6. Filamentos helicoidales apareados aislados del cerebro de un caso de Alzheimer. Tinción negativa con ácido fosfotúngstico. Escala = 100 nm (cortesía de P. Edwards y C. Wischik).

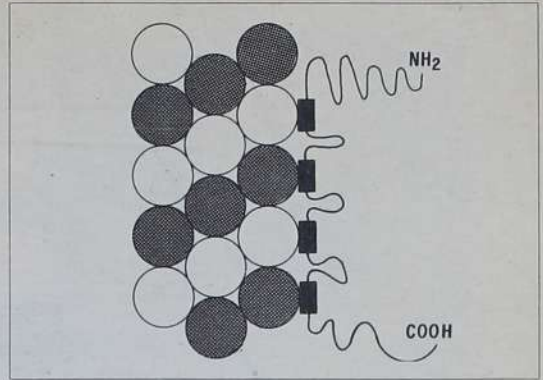


Figura 8. Esquema de la proteína tau y los microtúbulos. Los microtúbulos están formados por 13 profilamentos de α -y β -tubulina (representados en blanco y negro). La proteína tau de adulto consiste en cuatro dominios repetidos (representados en rectángulos negros) separados por cadenas de 13-14 aminoácidos. Las regiones repetidas funcionan como sitios de unión a la tubulina.

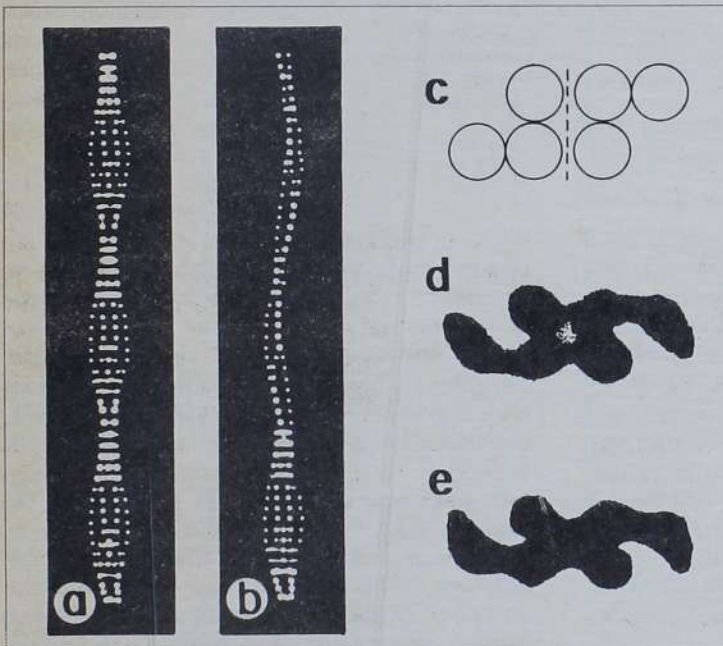


Figura 7. Modelo molecular de los FHTs. (a) Proyección del polímero helicoidal que se encuentra cortado transversalmente en (c). (b) FHTa rotos a lo largo de su línea media para dar filamento. Este retiene algunas de las características helicoidales del filamento intacto. (c) Esquema de la distribución de los dominios. (d, e) Imágenes computarizadas de los mapas de densidad de cortes transversos de los FHTa. Tomado de Crowther y Wischik, en *Amyloidosis Marink y Van Rijswick* (eds. Martinus Nijhoff, 1986) p. 199.

que finalmente forman las MNF extracelular o *fantasma neurofibrilar* (figura 5)¹⁴. Las MNF intra y extracelulares tienen propiedades de birrefringencia verde bajo luz polarizada después de una tinción con rojo Congo. En 1963 M. Kidd¹⁵ describió por primera vez la ultraestructura de la MNF. Al microscopio electrónico de transmisión, las marañas consisten en pares de proteínas fibrosas, enrolladas en forma helicoidal. Esta estructura puede ser vista claramente con tinción negativa de las fracciones purificadas de las MNF obtenidas de cerebros con Alzheimer (figura 6). Cada filamento en el par tiene un diámetro de 10-12 nm, lo que origina al filamento helicoidal apareado (FHT) cuyo diámetro es de 20-30 nm. La apariencia del FHT es distinta de la mostrada por los componentes normales del citoesqueleto de la neurona (figura 6). Con técnicas de recons-

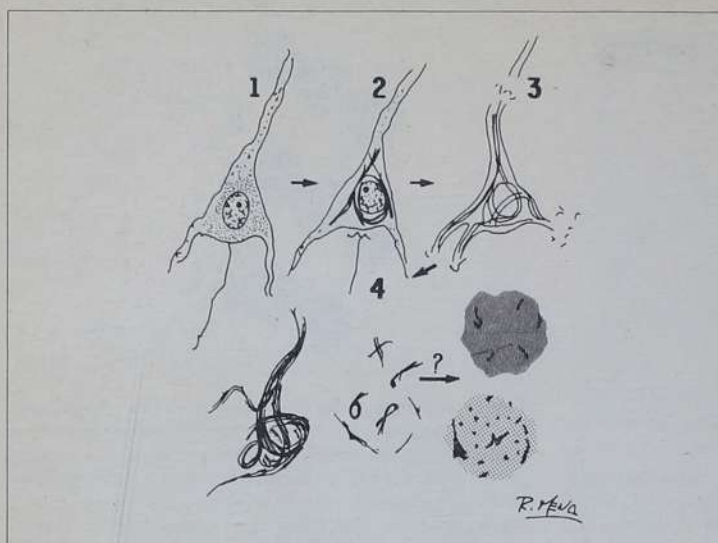


Figura 9. Esquema que representa la aparición progresiva de la ruptura de la proteína tau integrada a los filamentos helicoidales, que correlaciona con la duración clínica de la enfermedad de Alzheimer. Los estadios de maduración de la MNF inmunoreactiva al anticuerpo 6.423 son los siguientes: estadio 1, localización difusa en soma y dendritas; estadio 2, MNF perinuclear; estadio 3, marama intracelular ocupando el soma y dendritas proximales; estadio 4, estructuras extracelulares que resultan por la muerte de la neurona: MNF "fantasma", hilillos de neuropilo y estructuras parecidas a placas. Esquema modificado de Mena et al²².

trucción de imágenes fue posible establecer el modelo molecular del FHA¹⁶ como un polímero formado por subunidades transversas enrolladas hacia la izquierda (figura 7). Cada subunidad está formada de tres subdominios distribuidos en forma de "C", con un peso molecular de aproximadamente 100 kD, que fue determinada por mediciones de microscopía electrónica de transmisión-barrido¹⁷. Por análisis de microscopía electrónica de FHA aislados y teñidos con sales de uranilo (tinción negativa), se mostró que los filamentos están recubiertos con una capa de material amorfo, que puede ser eliminada por digestión con proteasas dejando morfológicamente intacta la estructura del filamento¹⁸.

Los estudios de composición bioquímica de las MNF se emprendieron utilizando rigurosos métodos de purificación que incluyen el tratamiento con detergente (SDS), o proteasa (pronasa) con el objeto de remover todo el material que no

sea parte integral de los FHA¹⁹. De esta forma, se encontró que la proteína tau es el componente proteínico más importante de los FHA¹⁸⁻²⁰. La proteína tau está asociada a los microtúbulos (figura 8). Estudios posteriores han determinado que el tercio carboxilo de la proteína tau está integrado al núcleo de los FHA a través de sus dominios repetidos¹⁸⁻²⁰. La cubierta exterior del FHA contiene varias proteínas asociadas a los filamentos, así como a las subunidades de los neurofilamentos, la ubiquitina, el β -amiloide y, principalmente, los extremos amino y carboxilo de la proteína tau. Todos estos componentes de la cubierta de los FHA tienen diferentes grados de solubilidad y son eliminados por digestión proteolítica, lo que deja intacta la estructura morfológica del filamento que, como se señala arriba, contiene los dominios repetidos de la

molécula tau. En la actualidad sólo existe un anticuerpo capaz de reconocer el núcleo del FHA resistente a las proteasas¹⁷, el anticuerpo monoclonal 6.423. A principios de 1993 se demostró que este anticuerpo identifica específicamente una ruptura de la proteína tau integrada a los FHA en el residuo de ácido glutámico 391, localizado hacia el extremo carboxilo de la molécula²¹. Estudios inmunocitoquímicos con este anticuerpo señalan que la aparición de tau asociada a los FHA, que contiene la ruptura reconocida por el anticuerpo 6.423, está correlacionada con la duración de la demencia clínica en la EA²² (figura 9). La proteína tau asociada a los FHA se encuentra anormalmente fosforilada. En el filamento, la proteína tau contiene 5-10 grupos fosfato, en comparación con 2-3 grupos fosfato por molécula de tau normal. Esta hiperfosforilación de la proteína tau se considera actualmente como el evento molecular inicial en el ensamble anormal de la proteína en los FHA²³.

Investigaciones sobre la enfermedad de Alzheimer

Las investigaciones de la EA se encuentran encaminadas a abordar los diversos factores que han sido implicados en las causas y predisposiciones asociadas a la enfermedad. Las investigaciones más comunes que se realizan en la actualidad son las siguientes:

—Genética (búsqueda e identificación de posibles nuevas lesiones en genes).

—Farmacológica (pruebas con drogas especialmente creadas para reducir las deficiencias de los principales neurotransmisores implicados en la sintomatología de la enfermedad, como la acetilcolina).

—Bioquímica (estudio de los mecanismos de síntesis de proteínas anormales como las proteínas β y la tau hiperfosforilada y su efecto en las células del cerebro, marcadores bioquímicos de la enfermedad).

—Ambiental (búsqueda de variables ambientales como el estado nutricional y la absorción de metales como el aluminio).

—Inmunológica (participación de los virus y el papel del sistema inmune).

Existen grupos de investigación que se dedican a determinar la aplicación potencial de los trasplantes de tejido cerebral fetal con la finalidad de compensar la pérdida de neurotransmisores o de factores tróficos. También hay grupos de investigación preocupados por mejorar las condiciones de vida de quienes cuidan a los enfermos, con la finalidad de disminuir su carga emocional. Además, se investiga la manera de mejorar la eficiencia de los servicios ofrecidos a los pacientes como las clínicas encargadas de su cuidado diurno y asilos. La formación de redes de bancos de cerebros humanos ha demostrado ser, a nivel internacional, una medida muy eficiente para el estudio multidisciplinario e integrativo de la enfermedad. A este respecto, actualmente se encuentra en estudio la factibilidad de establecer




un banco de cerebros humanos en México que entraría a formar parte de la red de bancos de cerebros que ya funciona en Inglaterra, Canadá y Francia.

¿Existe tratamiento para los enfermos de Alzheimer?

Aun cuando no existe una cura para la EA, en la actualidad hay numerosos esquemas de tratamiento encaminados a aliviar los síntomas más tempranos de los enfermos. Las estrategias terapéuticas principales tratan de aumentar la circulación cerebral (vasodilatadores) o la actividad metabólica (agentes psicotrópicos, metabolitos oxidativos). No se puede ignorar, sin embargo, que ninguno de estos tratamientos es claramente efectivo para la mayoría de los pacientes. En general, los esquemas de tratamiento se pueden dividir en tres niveles: (1) a corto plazo (drogas), (2) a mediano plazo (viabilidad celular), y (3) a largo plazo (etiología).

En conclusión, hasta el presente, parece que una importante contribución en el entendimiento de la etiología de la EA vendrá de la identificación y secuenciación detallada de los componentes de los FHA, así como de los mecanismos moleculares implicados en su ensamble. De esta forma, se abriría el camino para desarrollar estrategias efectivas dirigidas a prevenir o retrasar la aparición de las marañas neurofi-

brilares. Finalmente, las investigaciones en modelos animales potenciales que reproduzcan ciertos rasgos de EA pueden proporcionar las bases para el conocimiento de la naturaleza, los mecanismos y las consecuencias de la patología celular de sistemas específicos. Estos modelos animales podrían ser útiles para el desarrollo y experimentación de nuevas estrategias terapéuticas que eventualmente puedan ser empleadas con eficiencia para tratar este trastorno tan común del sistema nervioso central.

Los autores agradecen al señor Ignacio Araoz la excelente labor desarrollada en la preparación de las figuras, y a la Biol. Ofelia Pérez de Arellano su participación en la preparación de las fotografías. 

Notas

1. A. Alzheimer, *All Z. Psychiatry* 64, 146 (1907).
2. I. S. Khachaturian, *Arch. Neurol.* 42, 1097 (1985).
3. *World Population Prospects*, United Nations Publications XIII, No. 88 (1988).
4. Dirección General de Estadística, Informática y Evaluación (1992).
5. P. H. St George-Hyslop et al., *Science* 235, 885 (1987).
6. F. A. Huppert y E. Tym, *Br. Med. Bull.* 42, 11 (1986).
7. K. E. Wisniewski, H. M. Wisniewski y G. Y. Wen, *Ann Neurol* 12, 278 (1985).
8. K. J. Reinikainen et al., *J. Neurosc. Res.* 27, 576 (1990).
9. H. M. Wisniewski, B. Ghetti y R. D. Terry, *J. Neuropathol. Exp. Neurol.* 32, 506 (1973).
10. K. Beyreuther, G. Multhau, et al., en *Discussions in Neuroscience*, A. Bignami, L. Bolis y C. L. Gajdusek (eds.) 3, 68 (1986).
11. G. G. Glenner y C. W. Wong, *Biochem. Biophys Res. Commun.* 120, 885 (1984).
12. D. Goldgaber, M. L. Lerman, et al. *Science* 235, 877 (1987).
13. G. Blessed, B. E. Tomlinson y M. Roth, *Br. J. Psychiat.* 114 797 (1968).
14. W. Bondareff, C. M. Wischik et al., *Amer. J. Pathol.* 137 711 (1990).
15. M. Kidd, *Nature* 197, 192 (1963).
16. R. A. Crowther y c. M. Wischik, *EMBO J.* 4, 3661 (1985).
17. C. M. Wischik, M. Novak, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. (EUA)* 85, 4884 (1988).
18. C. M. Wischik, M. Novak, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. (EUA)* 85, 4506 (1988).
19. I. Grundke-Iqbal, K. Iqbal et al., *J. Biol. Chem.* 261, 6084 (1986).
20. J. Kondo, T. Honda et al., *Neuron* 1, 827 (1988).
21. M. Novak, J. Kabat y C. M. Wischik, *EMBO J.* 12, 362 (1993).
22. R. Mena, C. M. Wischik et al., *J. Neuropath. Exp. Neurol.* 50, 474 (1991).
23. I. Grundke-Iqbal, K. Iqbal et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. (EUA)* 83, 4913 (1986).
24. D. Bowen y A. Davison, en *Treatment Development Strategies for Alzheimer's Disease*, T. Crook, R. T. Bartus, S. Ferris y S. Gershon, eds. (Mark Powley Assoc., Madison, 1986) p. 35.



Para inventar la mente



Oliver Sacks

Una teoría de la mente

Hace cinco años, los conceptos de "mente" y "conciencia" fueron prácticamente excluidos del discurso científico. Ahora los tenemos de nueva cuenta entre nosotros, y cada semana vemos la aparición de nuevos libros sobre el tema: *Wet Mind*, de Stephen Kosslyn; *Nature's Mind*, de Michael Gazzaniga; *Consciousness Explained*, de Daniel Dennett; *The Computational Brain*, de Patricia Churchland y Terry Sejnowski, por mencionar sólo unos cuantos entre los más desta-

cados. Luego de leer la mayoría de estas obras, tal vez nos sintamos un poco decepcionados, incluso un tanto indignados; detrás del entusiasmo por el desarrollo de las ciencias, hay algo de inconsistencia, pobreza e irrealdad comparado con lo que sabemos de la naturaleza humana, la complejidad y densidad de las emociones que sentimos y de los pensamientos que tenemos. Leemos con entusiasmo sobre la más novedosa teoría química, computacional o cuántica de la mente, y luego nos preguntamos: "¿Eso es todo lo que hay?"

Recuerdo el interés con el que leí *Cybernetics*, de Norbert Wiener, cuando apareció a fines de los años 40. Y más tarde, a principios de los 50, después de leer el trabajo de los colegas más jóvenes de Wiener en el MIT —una pléyade de algunas de las cabezas más brillantes en los Estados

Esta reseña del libro *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of Mind*, de Gerald M. Edelman (Basic Books, 1993), apareció originalmente en *The New York Review of Books*, abril de 1993. Traducción de Carlos Chimal. (c)TNYRB con autorización de la revista *Vuelta*.

Unidos, entre ellos Warren McCulloch, Walter Pitts, John von Neumann— y aprender sobre sus exploraciones pioneras acerca de autómatas lógicos y redes neuronales, pensaba, como muchos otros lo hicieron, que estábamos en el inicio de la traducción, percepción y cognición computacional; todo un mundo desconocido en el que computadoras cada vez más poderosas serían capaces de imitar, e incluso sustituir, las principales funciones del cerebro y la mente.

Simplemente los títulos de los artículos de investigación del MIT eran exaltados y emocionantes: "Máquinas que piensan y desean", "El origen de la evolución social en el comportamiento cuasimental de los artefactos".¹

Durante los años 60, hubo ciertos tropiezos y cuestionamientos: era posible llevar un hombre a la luna, pero ninguna computadora era capaz de lograr una traducción decente del habla de un niño, mucho menos de un texto complejo; las computadoras no podían llevar a cabo más que las más rudimentarias percepciones mecánicas (si podemos siquiera emplear aquí legítimamente la palabra "percepción"). ¿O es que era necesario que las computadoras adquirieran mayor poder, y quizá distintos programas o diseños? Aparecieron las supercomputadoras y enseguida las llamadas redes neuronales, que no están constituidas realmente de neuronas, sino que son simulaciones electrónicas o modelos que intentan imitar al sistema nervioso. Si bien tales redes empiezan con conexiones aleatorias y, hasta cierto punto, aprenden —por ejemplo, a reconocer rostros o palabras— siempre deben recibir instrucciones de lo que tienen que hacer, aun cuando no se les diga cómo hacerlo. Son capaces de reconocer de una manera formal, dentro de los límites de ciertas reglas, no en función del contexto y del significado, como lo hacen los organismos vivos.

Algunas de tales redes han sido desarrolladas en la costa oeste de los Estados Unidos, bajo la dirección genial de Francis Crick. E incluso él mismo ha expresado reservas fundamentales sobre ellas: ¿Se puede decir que piensan en realidad? ¿Se parecen en algo a nuestras mentes? Debemos ser muy cautos antes de aceptar que cualquier artefacto (excepto en un sentido superfi-

cial) sea considerado "como la mente" o "parecido al cerebro".²

Así que si hemos de tener un modelo o una teoría de la mente como ocurre realmente en las criaturas vivas en la Tierra, tendría que ser radicalmente distinta de una de corte computacional. Tendrá que estar basada en la realidad biológica, en los detalles anatómicos, de desarrollo y funcionales del sistema nervioso; también, en la vida interior o vida mental de las criaturas vivas, en sus sentimientos, propósitos e intenciones; en su percepción de los objetos y situaciones; finalmente, en cuanto a los seres superiores, deberá considerar la capacidad de pensar de manera abstracta y compartir la conciencia de otros mediante el lenguaje y la cultura.

Sobre todo, dicha teoría debe tomar en cuenta el desarrollo y peculiar adaptación de los sistemas vivos. Estos nacen en un mundo lleno de retos y novedades, en un mundo de significados, al que deben adaptarse o perecer. Los organismos vivos crecen, aprenden, se desarrollan, organizan el conocimiento y emplean su memoria de una manera que no tiene paralelo en el universo de los objetos inanimados. La memoria en sí misma es una característica de la vida. Y la memoria origina un cambio en el organismo, de tal manera que se adapta y se apresta a enfrentar lo mejor posible a los desafíos del entorno. El mismo "yo" del organismo crece gracias a la memoria.

Esta noción de cambio orgánico que se lleva a efecto debido a la experiencia y el aprendizaje, y significa un cambio esencial en la estructura y "ser" del organismo, no aparece en las teorías clásicas de la memoria, las cuales tendían a considerarlas como una cosa en sí misma, algo depositado en el cerebro y en la mente: una impresión, una huella, una réplica de la experiencia original, como una fotografía. (Para Sócrates, el cerebro estaba constituido por cera moldeable sobre la que podía imprimirse, como se hacía con los anillos de sellos.) Este era sin duda el caso de Locke y los empiristas, y tiene su contraparte en muchos de los modelos actuales de la memoria, que le otorgan un sitio preciso en el cerebro, algo así como la memoria central de una computadora.

La base neuronal de la memoria, y del aprendizaje en general, según la hipótesis del especialista en neurociencias canadiense Donald Hebb, radica en un fortalecimiento selectivo o inhibición de la sinapsis entre las células nerviosas y el desarrollo de grupos de células o "montajes celulares" que engloban la experiencia recordada. Este cambio, para Hebb, era sólo local, no un cambio en la totalidad del cerebro (o del ser). En el extremo opuesto, su maestro Karl Lashley, quien adiestró ratas para realizar tareas complejas después de extraer algunas partes de sus cerebros, llegó a pensar que era imposible localizar la memoria o el aprendizaje; que, con respecto a los actos de recordar o aprender, los cambios se producen en todo el cerebro. De esta manera, para Lashley, la memoria, y de hecho la identidad, no tenían sitios separados en el cerebro.³ No parecía existir un punto de unión entre estos dos puntos de vista: uno de ellos, atomista, veía el cerebro como un mosaico, en el que la memoria y la percepción se encontraban dentro de pequeñas áreas separadas; el otro, un punto de vista global o *gestalt*, que las consideraba dispersas por todo el cerebro.

Estas maneras tan equidistantes de concebir las funciones cerebrales y de la memoria eran sólo una parte de un caos más general, un florecimiento de muchos campos y teorías, independientes y aisladas, una fragmentación de nuestros enfoques y puntos de vista del cerebro. En su libro más reciente, *Bright Air, Brilliant Fire*, el experto en neurociencias Gerald Edelman se refiere a esta fragmentación:

"El panorama de la psicología estaba mezclado de conductismo, psicología *gestalt*, psicofísica y estudios de la memoria en la psicología normal; estudios de la neurosis mediante el análisis freudiano; estudios clínicos de las lesiones cerebrales y defectos motores y sensoriales... y un creciente conocimiento tanto de la neuroanatomía como del comportamiento eléctrico de las células nerviosas en psicología... Sólo de vez en cuando se hacían esfuerzos serios... para conectar áreas tan diversas en un plan general."

Ha faltado una teoría general de las funciones cerebrales que dé coherencia a las distintas

observaciones en una docena de disciplinas, y el enorme pero fragmentado crecimiento de las neurociencias en las últimas dos décadas ha creado la necesidad cada vez más apremiante de dicha teoría. Esto ha sido muy bien expresado en un reciente artículo aparecido en *Nature*, en el que Jeffrey Gray habla de la tendencia de las neurociencias a acumular más y más datos experimentales, mientras carece de "una nueva teoría... que volverá las relaciones entre los sucesos en el cerebro y la experiencia consciente más transparentes".⁴

En realidad, esta anhelada teoría debe hacer más: debe explicar (o al menos ser compatible con) todos los hechos del desarrollo evolutivo y neuronal, así como con la neurofisiología que conocemos, por una parte, y por la otra debe explicar todas las evidencias de la neurología y la psicología de la vida mental que conocemos. Debe ser una teoría de la auto-organización y orden emergente en todo nivel y escala, desde la afluencia de moléculas y sus micropatrones en un millón de fisuras sinápticas, hasta los grandes macropatrones de una vida real. Una teoría de estas características, según Gray, "es hasta el momento impensable".

Sin embargo, una teoría similar ha sido imaginada por Gerald Edelman con gran vigor y originalidad. Edelman y sus colegas en el instituto de neurociencias de la Universidad Rockefeller han desarrollado durante los últimos 15 años una teoría biológica de la mente, que él llama darwinismo neuronal o Teoría de la Selección de Grupos Neuronales (TNGS).

Dicha teoría fue presentada por primera vez en un relativamente breve ensayo escrito en 1978 (*The Mindful Brain*, MIT Press). Este ensayo, según Edelman, fue escrito de una sola tirada, durante una espera de 13 horas en el aeropuerto de Milán. Es fascinante descubrir el germen de todo su futuro pensamiento en este ensayo, pues allí uno entiende profundamente cómo se desprende la evolución que ocurrió en Edelman. Entre 1987 y 1990 publicó su monumental y a veces impenetrable trilogía, *Neural Darwinism* (1987), *Topobiología* (1988) y *The Remembered Present: A Biological Theory of*

Consciousness (1989), en la que se halla expuesta la teoría, así como una vasta serie de importantes observaciones, de una forma mucho más elaborada y rigurosa. Edelman nos presenta ahora esta teoría con menor formalidad, pero dentro de un análisis más rico en términos históricos y filosóficos, en su nuevo libro *Bright Air, Brilliant Fire*.

El sistema nervioso: un sistema selectivo

La obra previa de Edelman no se ocupa del sistema nervioso, sino del sistema inmune, mediante el cual todos los vertebrados se defienden de bacterias y virus invasores. Se aceptaba que el sistema inmune "aprendía" o era "instruido" a través de un solo tipo de anticuerpo, el cual tomaba su forma alrededor del cuerpo extraño, o antígeno, a fin de producir un anticuerpo adecuado, "hecho a la medida". Dichos moldes se multiplicaban e ingresaban en el torrente sanguíneo y destruían a los organismos invasores.

Pero Edelman demostró que intervenía otro mecanismo radicalmente distinto; que no tenemos una sola clase básica de anticuerpo, sino millones de ellos, un enorme repertorio de anticuerpos a partir de los cuales el antígeno invasor "elige" uno adecuado. Es esta selección, en vez de una adaptación o instrucción directa, la que conduce a la multiplicación del anticuerpo apropiado y la destrucción del invasor. Un mecanismo como este, que llamamos una "selección clonal", fue sugerida en 1959 por MacFarlane Burnet, aunque Edelman fue el primero en demostrar que este mecanismo "darwiniano" realmente tenía lugar, y por ello se le otorgó el premio Nobel en 1972.

Más tarde, Edelman comenzó a estudiar el sistema nervioso con objeto de ver si se trataba o no de un sistema selectivo y si sus funciones podían entenderse como parte de la evolución o aparición de un proceso de selección similar. Tanto el sistema inmune como el sistema nervioso pueden ser considerados como sistemas de reconocimiento. El sistema inmune tiene que

reconocer a todos los intrusos, categorizarlos lo mejor posible en "miembros" o "extranjeros". La tarea del sistema nervioso es un tanto semejante, pero mucho más exigente: tiene que clasificar, categorizar toda la experiencia sensorial de la vida; construir a partir de las primeras categorizaciones, por grados, un modelo adecuado del mundo; y en ausencia de una programación o instrucción específica, descubrir o crear su propia manera de hacer estas cosas. ¿Cómo es que un animal llega a reconocer y enfrentar situaciones desconocidas? ¿Cómo es posible un desarrollo individual de esta clase?

La respuesta, propone Edelman, es que tiene lugar un proceso evolutivo. No se trata de un proceso que selecciona organismos y toma millones de años, sino uno que ocurre dentro de cada organismo en particular y dura toda su vida; un proceso de competencia entre las células o selección de células (más bien, grupos de células) en el cerebro. Edelman llama a esto "selección somática".

Mapas

Edelman y sus colegas se han preocupado de proponer no sólo un principio de selección, sino de explorar los mecanismos por los cuales podría tener lugar. Así, han tratado de responder tres clases de preguntas:

¿Qué unidades en el sistema nervioso seleccionan y dan diferente énfasis a la experiencia sensorial? ¿Cómo ocurre la selección? ¿Cuál es la relación de los mecanismos de selección para funciones cerebrales y mentales como la percepción, categorización y, finalmente, la conciencia?

Edelman examina dos clases de selección en la evolución del sistema nervioso: una referida al desarrollo y otra a la experiencia. La primera de ellas tiene lugar sobre todo antes del nacimiento. Las instrucciones genéticas en cada organismo establecen los límites para el desarrollo neuronal, pero no pueden especificar el destino preciso de cada célula nerviosa en desarrollo, ya que todas las células crecen y mueren, emigran en grandes

números y de maneras totalmente impredecibles; todas las células son "gitanas", como le gusta llamarlas a Edelman. Las vicisitudes del desarrollo fetal producen en cada cerebro patrones únicos de neuronas y grupos neuronales. Incluso gemelos idénticos con los mismos genes no tendrán cerebros iguales en su nacimiento: los detalles finos de los circuitos corticales serán muy distintos. Esta variabilidad, señala Edelman, sería una catástrofe prácticamente en cualquier sistema mecánico o computacional, donde la esencia está constituida por la exactitud y la capacidad de reproducir. Pero en un sistema en el que la selección es central, las consecuencias son enteramente diferentes; aquí, la variación y la diversidad son la esencia misma.

Ahora bien, una vez que posee un patrón único e individual de grupos neuronales mediante la selección del desarrollo, la creatura nace, viene al mundo y se ve expuesta a una nueva forma de selección que forma la base de la experiencia. ¿Cómo es el mundo de un niño (o un chimpancé) que acaba de hacer? ¿Es una repentina e incomprensible (tal vez terrible) explosión de radiación electromagnética, ondas sonoras y estímulos químicos que provocan llanto y estornudos en el bebé? ¿O se trata de un mundo ordenado, inteligible, en el que el pequeño discierne entre personas, objetos, significados y sonrisas? Sabemos que el mundo en el que se encuentran no carece totalmente de significado y no es tampoco tumultuoso, ya que el infante muestra desde un principio una atención selectiva y preferencias.

Sin duda intervienen ciertas propensiones o disposiciones; de otra manera el pequeño no tendría tendencias, no se movería para hacer esto o buscar lo otro y mantenerse vivo. A estas inclinaciones básicas Edelman las llama "valores". Dichos valores son esenciales para adaptarse y sobrevivir; algunos han sido desarrollados a través de eras evolutivas y otros se adquieren mediante la exploración y la experiencia. Por lo tanto, si el bebé valora de manera instintiva los alimentos, el calor y el contacto con otras personas, por ejemplo, esto dirigirá sus primeros movimientos y disputas. Estos "valores" —impulsos, instintos, intenciones— sirven para sopesar en distintos grados la experiencia, para orientar al organismo

hacia su supervivencia y adaptación, para permitir lo que Edelman llama la "categorización sobre valores", esto es, para formar categorías tales como "comestible" o "no comestible" durante el proceso de obtener comida. Es necesario subrayar que los "valores" se experimentan, en el interior, como sentimientos, ya que sin éstos no puede haber vida animal. Por tanto, en palabras del filósofo Hans Jonas, "la capacidad de sentir, que surge en todos los organismos, es el valor que da origen a todos los demás".

En un nivel fisiológico más elemental, existen varios "supuestos" sensoriales y motores, desde los reflejos que ocurren automáticamente (por ejemplo, en respuesta al dolor) hasta mecanismos innatos en el cerebro, como pueden ser los detectores de fisonomías en la corteza visual, los cuales tan pronto son activados, detectan verticales, horizontales, fronteras, ángulos, etc., en el mundo visual.

De esta manera contamos con un equipo básico, aunque, desde el punto de vista de Edelman, muy poco se halla programado o interconstruido. Es hasta el momento en que el organismo es un bebé, dadas sus capacidades fisiológicas elementales y sus valores congénitos, cuando crea sus propias categorías y las utiliza para darle un sentido al mundo, para construirlo; y no se trata de cualquier mundo, sino del suyo, un mundo constituido desde un principio de significado y referencias personales.

Semejante punto de vista neuro-evolutivo es consistente con algunas de las conclusiones del psicoanálisis y la psicología del desarrollo, en particular con la descripción del psicoanalista Daniel Stern de un "yo emergente". "Los infantes buscan estímulos sensoriales", escribe Stern, "tienen ellos diversas propensiones o preferencias con respecto a las sensaciones que buscan... Son éstas innatas. Desde el nacimiento, parece haber una tendencia central para formar y probar hipótesis sobre lo que está ocurriendo en el mundo... (a fin de) categorizarlas en patrones que se conformen o contrasten, en eventos, situaciones y experiencias".⁵ Stern enfatiza cuán cruciales son los procesos activos de conectar, correlacionar y categorizar información, y cómo con tales pro-

cesos surge una organización particular que el bebé experimenta como una forma del yo.

Son precisamente estos procesos de los que se ocupa Edelman. Piensa que están apoyados en un proceso de selección que actúa sobre las unidades neuronales primarias con las cuales cada uno de nosotros se halla equipado. Tales unidades no son células nerviosas individuales o neuronas, sino grupos que oscilan en tamaño de entre 50 a 10 mil neuronas; hay quizá cien millones de tales grupos en todo el cerebro. Durante el desarrollo del feto se crea un patrón único de conexiones y entonces, en la experiencia infantil se actúa bajo este patrón, modificándolo mediante el fortalecimiento o debilitamiento de manera selectiva de las conexiones entre grupos neuronales, o bien creando conexiones enteramente nuevas.

Por lo tanto, la experiencia misma no es pasiva, no es una cuestión de "impresiones" o "datos sensibles", sino activa y construida por el organismo desde el principio. La experiencia activa "elige" o se adueña de un nuevo patrón de grupos neuronales conectados con mayor complejidad, un reflejo neuronal de la experiencia individual del niño, de los procedimientos mediante los cuales ha llegado a categorizar la realidad.

Pero estos circuitos neuronales se hallan aún en un nivel bajo: ¿cómo se conectan con la vida interior, con la mente, con la conducta de la creatura? Es en este punto donde Edelman introduce el más radical de sus conceptos: los conceptos de "mapas" y "señalamientos entrantes". Un "mapa", como él emplea el término, no es una representación en el sentido ordinario, sino una serie de grupos neuronales interconectados que responden selectivamente a ciertas categorías elementales; por ejemplo, a movimientos o colores en el mundo visual. La creación de mapas, postula Edelman, implica la sincronización de cientos de grupos neuronales. Algunos mapeos, algunas categorizaciones tienen lugar en partes separadas y anatómicamente fijas (o "prededicadas") de la corteza cerebral; de esta manera, los colores se "construyen" en un área llamada V4. El sistema visual, por ejemplo, tiene más de 30 diferentes mapas para representar colores, movimientos, formas, etc.

Pero en cuanto a la percepción de objetos, según Edelman, el mundo no está "etiquetado", no viene "dispuesto ya con un análisis de objetos". Somos nosotros quienes debemos hacerlo mediante nuestras propias categorizaciones: "La percepción crea", dice Emerson. "Toda percepción", dice Edelman recordando a Emerson, "es un acto de creación". Por tanto, nuestros órganos sensoriales, conforme nos movemos, toman muestras del mundo y crean mapas en el cerebro. Entonces ocurre una especie de "supervivencia del más apto" neurológica, un fortalecimiento selectivo de aquellos mapas que corresponden a percepciones "prósperas"; prósperas en el sentido de que resultan ser las más útiles y poderosas para la construcción de la "realidad".

Desde este punto de vista, no hay mecanismos innatos para el reconocimiento "personal" complejo, como la "célula abuela" postulada por algunos investigadores en los años 70 para hacer corresponder la percepción de uno con la de su propia abuela.⁶ Tampoco existe ninguna "área maestra" o "camino final común", por medio del cual todas las percepciones relacionadas (digamos) con las de nuestra propia abuela convergen en un solo sitio. No hay ese sitio en el cerebro, donde se sintetiza una imagen final, ni tampoco existe una personita u homúnculo que contemple dicha imagen. Tales imágenes o representaciones no existen en la teoría de Edelman, donde tampoco hay lugar para estos homúnculos. (La teoría clásica, con su concepto de "imágenes" o "representaciones" en el cerebro, exigen una especie de dualismo, pues debía haber "alguien en el cerebro" diminuto que viera las imágenes, y luego otro, aún más pequeño, alguien más en el cerebro de ese otro y así sucesivamente, en una regresión infinita, excepto si se elimina el concepto mismo de imágenes y espectadores, y se les reemplaza por un concepto dinámico de proceso o interacción.)

En cambio, la percepción de una abuela o, digamos, de una silla, depende de la sincronización de varios mapas diseminados por toda la corteza visual, mapas que se relacionan con muchos y diversos aspectos perceptuales de la silla (su tamaño, forma, color, sus "patas", su relación con otras clases de sillas: sillones, equi-

pales, mecedoras, etc.). De esta norma el cerebro, la creatura, adquiere una idea rica y flexible de la "familia de las sillas", lo cual le permite reconocer la enorme variedad de sillas como sillas (las computadoras, en cambio, con su necesidad de definiciones y criterios sin ambigüedades, se hallan muy lejos de lograr esto). Tal generalización perceptiva es dinámica y no estática, y depende de la orquestación activa e incesante de un sinnúmero de detalles. Esta correlación es posible debido a las conexiones muy ricas entre los mapas del cerebro, conexiones que son recíprocas y pueden contener millones de fibras.

Tales conexiones amplias generan lo que Edelman llama un "señalamiento entrante", una "comunicación" continua entre los mismos mapas activos, que permiten la creación de un constructo coherente, como lo puede ser "silla". Este constructo surge de la interacción de muchas fuentes. Los estímulos que aparecen, digamos, cuando se toca una silla pueden afectar un conjunto de mapas, los estímulos de ver pueden afectar a otro conjunto. La señalización entrante tiene lugar entre los dos conjuntos de mapas —y entre muchos otros mapas también— como parte del proceso de percibir una silla.

Este constructo, debe puntualizarse una vez más, no es comparable con una sola imagen o representación; más bien puede compararse con una ecuación gigantesca y continuamente modulable, ya que las salidas de innumerables mapas, conectados por una segunda entrada, no sólo se complementan unos a otros en un nivel perceptivo, sino que desarrollan niveles cada vez más altos. El cerebro, de acuerdo con el punto de vista de Edelman, hace mapas de sus propios mapas, es decir, "categoriza sus propias categorizaciones", y lo hace mediante un proceso que puede ascender en forma indefinida a fin de producir imágenes del mundo cada vez más generales.

Esta señalización entrante es distinta del proceso de "retroalimentación", el cual simplemente corrige errores.⁷ Los circuitos cerrados de simple retroalimentación no sólo son comunes en el mundo tecnológico (como los termostatos, los reguladores automáticos, los controles de cruceros), sino que son vitales en el sistema

nervioso, donde sirven para controlar todas las funciones automáticas del cuerpo, desde la temperatura hasta la presión sanguínea y el dominio de movimientos finos. (Este concepto de retroalimentación se encuentra en el fondo de la cibernética de Wiener y en el concepto de homeostasis de Claude Bernard.) Pero en niveles mayores, donde la flexibilidad y la individualidad son de gran importancia, y donde nuevos poderes y nuevas funciones se requieren y son creadas, uno necesita un mecanismo que pueda construir, no solamente controlar o corregir.

El proceso de señalización entrante, con sus marcas —quizá cientos— de conexiones recíprocas dentro y entre los mapas, tal vez podría asemejarse a una especie de Naciones Unidas neuronales, en donde docenas de voces hablan el mismo tiempo, mientras incluyen en sus conversaciones una variedad de reportes que constantemente vienen del mundo exterior, dándoles coherencia, permitiéndoles alcanzar un panorama más amplio a medida que nueva información se correlaciona y surgen nuevas ideas. No hay, para seguir con la metáfora, un secretario general en el cerebro; la actividad de la señalización entrante logra por sí misma la síntesis. ¿Cómo es esto posible?

Una orquesta que crea su propia música

Edelman, quien alguna vez pensó ser vilinista concertista, emplea aquí una metáfora musical. "Pensemos", dijo alguna ocasión en un programa de radio de la BBC, "que si uno tuviera cien mil cables conectando al azar a los ejecutantes de un cuarteto de cuerdas y que, aun cuando no hablaran con palabras, las señales irían y vendrían en toda clase de formas insospechadas (como comúnmente sucede mediante las sutiles interacciones entre los músicos), lo cual daría al conjunto de sonidos un ensamble. Así es como los mapas del cerebro funcionan mediante reingreso".

Los músicos se hallan conectados. Cada uno, interpretando su parte individual, constantemente modula y es modulado por los demás. No

hay interpretación final o "maestra": la música se crea de manera colectiva. Esta es la visión del cerebro de Edelman: una orquesta, un ensamble, pero sin un conductor; se trata de una orquesta que crea su propia música.

Base biológica de la conciencia

La construcción de categorizaciones perceptuales y mapas, la capacidad de generalización posible por la señalización entrante, es el principio del desarrollo psíquico y es muy anterior al desarrollo de la conciencia o mente, o bien de la atención o formación de conceptos, y no obstante es un prerequisite para todos ellos. Es el principio de un enorme camino cuesta arriba y puede lograr un poderío notable incluso en animales relativamente primitivos como los pájaros.⁸ La categorización perceptiva, ya se trate de colores, movimientos o formas es el primer paso y es crucial para el aprendizaje, pero no se trata de algo fijo, de algo que sucede de una vez por todas. Por el contrario —y esto es esencial en el panorama dinámico que presenta Edelman— hay más bien una recategorización continua, lo cual constituye la memoria.

"En las computadoras", escribe Edelman, "la memoria depende de la especificación y almacenamiento de bits de información codificada". Este no es el caso del sistema nervioso. En cambio, la memoria en los organismos vivos tiene efecto mediante una recategorización activa y continua. "Por su naturaleza, la memoria... implica una actividad motora continua... en diferentes contextos. Debido a las nuevas asociaciones que surgen en estos contextos, debido a los cambios en las entradas y en los estímulos, y debido a que las diversas combinaciones de grupos neuronales pueden dar lugar a una salida similar, es posible lograr en la memoria de varias maneras una determinada y categórica respuesta. A diferencia de la memoria en una computadora, la memoria del cerebro es inexacta, pero también es capaz de alcanzar grandes grados de generalización.

En la Teoría de Selección de Grupos Neuronales general, que ha desarrollado desde 1987, Edelman ha sido capaz, en una forma muy

económica, de acomodar todos los aspectos "superiores" de la mente —formación de conceptos, lenguaje, la conciencia misma— sin introducir consideraciones adicionales. En realidad, su proyecto más ambicioso es tratar de delinear una base biológica posible de la conciencia. El distingue, en principio, la conciencia "primaria" de la conciencia de "orden superior".

Conciencia primaria

"La conciencia primaria está asociada al proceso de percepción mental de las cosas del mundo; de tener imágenes mentales en el presente. Pero no está acompañada de ningún sentido de (ser) una persona con un pasado y un futuro... En contraste, la conciencia de orden superior implica el reconocimiento por parte de un sujeto pensante de sus propios actos y efectos. Implica un modelo de lo personal, del pasado y del futuro, así como del presente... Es lo que los humanos tienen además de una conciencia primaria."

El logro primordial de la conciencia primaria, como lo ve Edelman, es conjuntar las diversas categorizaciones que participan en la percepción dentro de una sola escena. La ventaja de esto es que "los sucesos que pueden haber tenido significado para el aprendizaje de un animal en el pasado pueden ser relacionados con nuevos acontecimientos". La relación que se establece no será causal, necesariamente relacionada con alguna cosa en el mundo exterior; será individual (o "subjética"), basada en lo que ha tenido "valor" o "significado" para el animal en el pasado.

Edelman ha propuesto que la capacidad de crear escenas en la mente depende del surgimiento de un nuevo circuito neuronal durante su evolución, un circuito que permita la señalización entrante continua, por una parte, entre las partes del cerebro donde tiene lugar la memoria acerca de categorías de valor tales como calor, comida y luz, y por otra, los continuos mapeos globales que categorizan las percepciones tal y como suceden. Este "proceso o jalón realizado sin ayuda exterior" (como lo llama Edelman) continúa



en todos los sentidos, lo cual permite la construcción de una escena compleja. La "escena", debe puntualizarse, no es una imagen, no es una ilustración (no más de lo que un "mapa" es), sino una correlación entre diferentes clases de categorizaciones.

Los mamíferos, aves y algunos reptiles, especula Edelman, poseen esta clase de conciencia primaria que crea escenas, y dicha conciencia es "eficaz"; ayuda al animal a adaptarse a ambientes complejos. Sin esta conciencia, la vida se vive en un nivel mucho más bajo, con una capacidad muy lejana de aprendizaje y de adaptación.

"Se requiere de la conciencia primaria (concluye Edelman) para la evolución de la conciencia de orden superior. Pero está limitada a un pequeño intervalo de memoria alrededor de un trozo de tiempo que llamo presente. Carece de una noción explícita o de un concepto de un yo personal, y no proporciona la capacidad de moldear el pasado o el futuro como parte de una escena correlativa. Un animal con conciencia primaria mira el cuarto como un haz de luz que lo ilumina. Sólo lo que está en el haz se encuentra explícitamente en el presente recordado; todo lo demás es oscuridad. Esto no quiere decir que un animal con conciencia primaria no pueda tener memoria larga o actuar en ella. Desde luego, puede hacerlo, aunque, en general, no está en posibilidades de darse cuenta de dicha memoria o planear un futuro lejano para sí basado en esta memoria."

Conciencia de orden superior

Únicamente en nosotros –y hasta cierto punto en los monos– surge una conciencia de orden superior. Este tipo de conciencia tiene su origen en la conciencia primaria: es un complemento de ella, no un sustituto. Depende del desarrollo evolutivo del lenguaje, junto con la evolución de los símbolos, del intercambio cultural. Y con todo esto deviene un insólito poder de desprendimiento, generalización y reflexión, de tal manera que finalmente se logra la autoconciencia, la conciencia de ser un yo en el mundo, con experiencia humana e imaginación a la cual recurrir.

La conciencia de orden superior nos libera de la esclavitud del aquí y el ahora, y nos permite reflexionar, ejercer la introspección, hacer uso de la cultura y la historia, y adquirir por estos medios un nuevo orden de desarrollo y un nuevo estadio mental. Las partes más difíciles y provocativas de *Bright Air*, *Brilliant Fire* tratan de la manera como se llega a esta conciencia de orden superior y cómo surge de la conciencia primaria. Ningún otro teórico que yo conozca ha intentado una comprensión biológica de este paso. Para llegar a tener conciencia de estar consciente, señala Edelman, los sistemas de la memoria deben relacionarse con la representación de un yo. Esto no es posible a menos que los contenidos, las "escenas", de la conciencia primaria se sometan a un proceso posterior y se recategoricen.

Si bien el lenguaje, desde el punto de vista de Edelman, no es crucial para el desarrollo de la conciencia de orden superior –existe cierta evidencia de conciencia de orden superior y autoconciencia en los monos– la facilita y la amplía enormemente, ya que permite el acceso a poderes conceptuales y simbólicos antes inalcanzables. De esta manera, aparecen aquí dos pasos, dos procesos entrantes: primero, el vínculo de la memoria primaria (o "categoría-valor") con la percepción actual: un "jalón sin ayuda exterior" perceptivo que genera la conciencia primaria; segundo, un vínculo entre la memoria simbólica y los centros conceptuales: el "jalón semántico" necesario para alcanzar la conciencia superior. Los efectos de esto son trascendentales: "La adquisi-

ción de una nueva clase de memoria", escribe Edelman, "...conduce a una explosión conceptual. Como resultado, los conceptos del yo, del pasado y del futuro pueden conectarse a la conciencia primaria. 'La conciencia de la conciencia' se vuelve posible."

En este punto hace explícito lo que está implícito a lo largo de su obra: la interacción del "darwinismo neuronal" con el darwinismo clásico. Lo que ocurre "explosivamente" en el desarrollo individual debe haber sido igualmente crítico en el desarrollo evolutivo. Por tanto, "en un momento trascendental de la evolución", escribe Edelman, surgió "una variante con un circuito entrante que vincula la memoria de valor-categoría" con la percepción actual. "En un momento", sigue Edelman, "la memoria se convierte en sustrato y sirviente de la conciencia". Y entonces, en otro momento trascendental, mediante otro giro entrante, en un nivel más alto, aparece la conciencia de orden superior.

Existen, de hecho, abundantes pruebas paleontológicas de que esta conciencia de orden superior se desarrolló en un sorprendentemente breve lapso de tiempo —algunas decenas (quizá cientos) de miles de años, y no los muchos millones que por lo común suelen necesitarse para un cambio evolutivo. La velocidad de este desarrollo siempre ha sido un enorme reto para los teóricos de la evolución; Darwin mismo no pudo ofrecer una explicación detallada y Wallace tuvo que reconsiderar el asunto en términos de un gran diseño. Pero Edelman, recurriendo a sus propias observaciones de las células y desarrollo de tejidos detalladas en un libro anterior, *topobiology*, ha sido capaz de sugerir cómo pudo llevarse a cabo.

Teoría de selección de grupos neuronales

Los principios implícitos en el desarrollo del cerebro y los mecanismos delineados en la Teoría de Selección de Grupos Neuronales, según Edelman, pueden explicar esta rápida aparición, puesto que permiten enormes cambios en el tamaño del cere-

bro dentro de los relativamente cortos periodos evolutivos en los que surgió el *Homo sapiens*. Según la topobiología, cambios relativamente grandes en la estructura del cerebro pueden ocurrir mediante cambios en los genes que regulan la morfología cerebral; cambios que pueden aparecer como el resultado de relativamente pocas mutaciones. Y las premisas de la Teoría de Selección de Grupos Neuronales permiten la rápida incorporación en las estructuras cerebrales existentes de nuevos y más grandes mapas neuronales con diversas funciones.

Este entrelazamiento de conceptos y observaciones tipifica la ambición y grandeza del pensamiento de Edelman. Sus dos capítulos sobre la conciencia son los más originales, divertidos y difíciles de todo el libro, pero logran, o pretenden lograr lo que ningún otro teórico ha siquiera intentado, esto es, un modelo biológicamente factible de cómo la conciencia pudo haber surgido.

Hay una conmoción latente a lo largo del libro de Edelman. "Nos encontramos en el umbral de la revolución en neurociencias", escribe en el prefacio de *Bright Air, Brilliant Fire*. "Al final, sabremos cómo funciona la mente, qué gobierna nuestra naturaleza y cómo conocemos el mundo." Este siglo, como lo hace notar Edelman, ha sido pródigo en teorías —que han abarcado desde la psicofísica hasta el psicoanálisis— pero todas ellas han sido parciales. Nuevas teorías surgen a partir de una crisis en la comprensión científica, cuando hay una marcada incompatibilidad entre observaciones y teorías existentes. Hay en la actualidad muchas de estas crisis en neurociencias. Edelman, con su conocimiento de la morfología y el desarrollo, habla de crisis "estructural", el hecho, ahora bien establecido, de que no existe un tendido eléctrico preciso en el cerebro, de que hay un gran número de entradas sin identificar para cada célula, y que semejante selva de conexiones es incompatible con una simple teoría computacional. Edelman, al igual que William James, se mueve por la calidad aparentemente inconsútil de la experiencia y la conciencia: la apariencia unitaria del mundo para quien lo percibe, a pesar (como hemos visto con respecto a la visión) de la multitud de sistemas discretos y paralelos para percibirlo; y el hecho de que algo integrador,

unificador o "enlazante" debe ocurrir, lo cual es totalmente explicable mediante cualquier teoría presente.

Evidencias clásicas

Desde que se formuló por primera vez la Teoría de Selección de Grupos Neuronales, han surgido importantes pruebas que indican cómo grupos de neuronas tan separados en la corteza visual pueden llegar a estar sincronizados y responder a un tiempo cuando un animal enfrenta una nueva tarea perceptiva; es este un hallazgo directamente relacionado con la señalización entrante. (Analice este trabajo en un artículo anterior, "Neurology and the Soul".) Hay también abundantes evidencias de un tipo más clínico, que uno pensaría que pueden ser aclaradas, e incluso explicadas, por la Teoría de Selección de Grupos Neuronales.

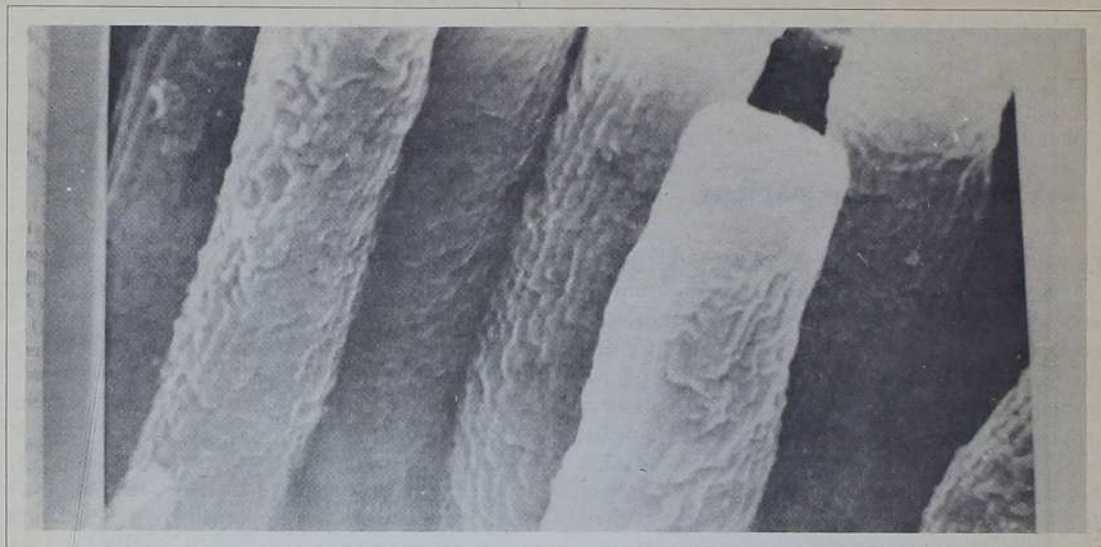
A menudo encuentro situaciones en la práctica neurológica cotidiana que desbaratan por completo las explicaciones neurológicas clásicas; estas situaciones exigen explicaciones de una naturaleza radicalmente distinta, las cuales se encuentran de manera explícita en la teoría de Edelman. (Algunas de estas situaciones son analizadas por Israel Rosenfield en su nuevo libro *The Strange, Familiar and Forgotten*,¹⁰ donde se refiere al "derrumbamiento de la neurología clásica".) Por lo tanto, si se le administra a un paciente un anestésico espinal —como solía hacerse con las mujeres durante el parto— no aparece solamente una sensación de entorpecimiento debajo del talle. Hay, más bien, el sentimiento de que uno termina en el ombligo, de que el ser corpóreo de uno no tiene mayor extensión y que lo que sigue hacia abajo no pertenece a nuestro yo, no es nuestra carne, no es real, no es nada. La mitad inferior anestesiada tiene una entidad nula confundida, perpleja, que carece por completo de significado y referencia personal. La mente, desconcertada, es incapaz de categorizar esta entidad, de relacionarla de alguna manera con el yo. Uno sabe que tarde o temprano el anestésico desaparecerá, aunque es imposible imaginar las partes faltantes de una manera positiva. Hay un claro absoluto en la conciencia primaria que la

conciencia de orden superior puede registrar, pero no puede corregir.

Esta es una situación real que conozco personalmente bien en términos clínicos, pues la he experimentado debido a una lesión en un nervio de una pierna, cuando luego de dos semanas en que la pierna yacía inmóvil e insensible, la veía como algo "extraño", ajeno a mí e irreal. Me sorprendí cuando esto sucedió, sin ayuda de mis conocimientos neurológicos —la situación era claramente neurológica, pero la neurología clásica no tiene nada que decir acerca de la relación con el conocimiento y el "yo"; sobre cómo, normalmente, el cuerpo "se tiene"; y cómo, si el flujo de información neuronal se deteriora, puede perderse hasta la conciencia y "desposeerse"— pues tales conocimientos no conciben la conciencia como un proceso.¹¹

Estas perturbaciones de la imagen del cuerpo y del ego corporal pueden comprenderse cabalmente, según el pensamiento de Edelman, como interrupciones en el mapeo local, consiguientes a daños o desuso de los nervios. Se ha confirmado en posteriores experimentos animales que el mapeo de la imagen del cuerpo no es algo fijo, sino plástico y dinámico, y depende de un flujo continuo de la experiencia y el uso; y que si existe una interferencia constante, digamos, con la percepción de una extremidad o su uso, no sólo se produce una pérdida rápida de su mapa cerebral, sino un remapeo inmediato del resto del cuerpo que entonces excluye a dicha extremidad.¹²

Más extrañas aún son las situaciones que surgen cuando la base cerebral de la imagen del cuerpo se ve afectada, en particular si el hemisferio derecho del cerebro sufre daños serios en sus áreas sensoriales. En esos momentos los pacientes pueden mostrar una "anosognosia", una inconciencia de que todo es importante, aun cuando el lado izquierdo del cuerpo pueda encontrarse insensible y tal vez también paralizado. O bien podría mostrar una extraña frivolidad, insistiendo que su propio lado izquierdo pertenece a "otra persona". Tales pacientes pueden comportarse (como lo ha escrito el eminente neurólogo M. M. Mesulam) "...como si una mitad del uni-



verso hubiera dejado de existir abruptamente... como si nada en realidad hubiera pasado (allí)... como si nada de importancia pudiera esperarse que ocurriera allí". Estos pacientes viven en un hemiespacio, en un mundo biseccionado, aunque para ellos, subjetivamente, su espacio y su mundo está entero. La anosognosia es ininteligible (y durante muchos años fue confundida con un síntoma extravagante de neurosis), excepto si la consideramos (en términos de Edelman) como "una enfermedad de la conciencia", una falla total de la señalización entrante de orden superior y del mapeo en un hemisferio —el derecho, que, sugiere Edelman, podría tener sólo una conciencia primaria, pero no de orden superior— y, en consecuencia, una reorganización radical de la conciencia.

Menos dramáticas que esta completa desaparición del yo o partes del yo de la conciencia, si bien en extremo notables, son las situaciones en las que, después de una lesión neurológica, sucede una disociación entre la percepción y la conciencia, o entre la memoria y la conciencia, casos en los que sólo queda una percepción o conocimiento o memoria "implícitas". En consecuencia, mi paciente amnésico Jimmie ("el marinero perdido") no tenía una memoria explícita del asesinato de Kennedy, y de hecho podría afirmar: "Que yo sepa, ningún presidente de los

Estados Unidos ha sido asesinado en este siglo". Pero si luego se le preguntara: "suponiendo que hubiera sucedido un asesinato de esta naturaleza sin su conocimiento, ¿dónde cree que habría pasado, en Nueva York, Chicago, Dallas, Nueva Orleans o San Francisco?", Jimmie invariablemente "adivinaría": Dallas.

En forma similar, pacientes con agnosias visuales, como el Dr. P. ("El hombre que confundió a su esposa con un sombrero"), si bien incapaces conscientemente de reconocer a nadie, a menudo "adivinan" la identidad de los rostros de las personas correctamente. Y pacientes con ceguera cortical total, desde daños bilaterales masivos hasta áreas visuales primarias del cerebro, aunque aseguran que no pueden ver nada, podrían también "adivinar" de manera misteriosa qué se encuentra ante ellos, esto es, la llamada "mirada ciega". Así, en todos estos casos, encontramos que la percepción y la categorización perceptiva del tipo descrito por Edelman se han conservado, pero se han divorciado de la conciencia.

En tales casos parece ser sólo el proceso final, en el que los circuitos entrantes combinan la memoria con la presente categorización perceptiva, el que sufre un colapso. Su comprensión, hasta ahora tan evasiva, parece acercarse al

modelo "entrante" de conciencia que propone Edelman.

Teorías clásicas

La insatisfacción con las teorías clásicas no se limita a los neurólogos clínicos; también se encuentra entre los teóricos del desarrollo infantil, entre los psicólogos cognitivos y experimentales, entre lingüistas y psicoanalistas. Todos tienen la necesidad de nuevos modelos. Esto quedó bien claro en mayo de 1992, en una emotiva conferencia sobre "Seleccionismo y el cerebro", celebrada en el Instituto de Neurociencias en Nueva York, a la que asistieron importantes investigadores de todos estos campos.

Particularmente sugestivo es el trabajo de Esther Thelen y sus colegas en la Universidad de Indiana en Bloomington, quien durante algunos años ha llevado a cabo un minucioso análisis del desarrollo de las habilidades motoras —caminar, alcanzar objetos— en niños. "Para la teoría del desarrollo", escribe Thelen, "las diferencias individuales presentan un enorme desafío... La teoría del desarrollo no ha enfrentado este desafío con mucho éxito". Y, en parte, esto es así porque las diferencias individuales son vistas como ajenas, aun cuando Thelen sostiene que son precisamente estas diferencias, la enorme variación entre los individuos, las que permiten la evolución de patrones motores únicos.

Thelen encontró que el desarrollo de estas habilidades, como lo sugeriría la teoría de Edelman, no sigue ningún patrón programado o descrito. De hecho, existe una gran variabilidad entre los niños al principio, en quienes se presentan muchos patrones para alcanzar objetos; pero, en el curso de varios meses, se produce una competencia entre tales patrones, un descubrimiento o selección de patrones factibles, es decir, soluciones motoras viables. Tales soluciones, si bien hasta cierto punto similares (pues existe un número limitado de maneras en las que un niño puede alcanzar), siempre existe en ellas diversidad e individualidad, y se adaptan a la dinámica particular de cada niño; estas soluciones surgen

gradualmente, mediante exploración y ensayo. Thelen demostró que cada niño explora una rica gama de posibles maneras de alcanzar un objeto y elegir su propio camino, sin el beneficio de alguna "heliográfica" o programa. El niño está obligado a ser original, a crear sus propias soluciones. Este derrotero aventurado conlleva sus propios riesgos —el niño puede desarrollar una solución motora mala—, pero tarde o temprano dichas soluciones malas tienden a desestabilizar, fracasar y preparar el camino para ulteriores exploraciones y hallar mejores soluciones.¹³

Cuando Thelen intenta concebir la base neuronal de este aprendizaje, utiliza términos muy similares a los de Edelman: ve una "población" de movimientos que son seleccionados o "podados" por la experiencia. La autora escribe sobre los niños que "remapean" los grupos neuronales que se correlacionan con sus movimientos y "fortalecen de manera selectiva grupos neuronales particulares". Desde luego, no tiene ella evidencia directa de esto, y tal evidencia no podrá obtenerse hasta que no contemos con una norma de visualizar grandes números de grupos neuronales simultáneamente en un sujeto consciente, y seguir sus interacciones durante meses sin interrupción. Hasta hoy, no es posible una visualización de este tipo, pero quizá sea factible hacia el final de la década. Por lo pronto, la estrecha correspondencia entre las observaciones de Thelen y la clase de comportamiento que se esperaba de la teoría de Edelman es sorprendente.

Si Esther Thelen se halla preocupada por la observación directa del desarrollo de las habilidades motoras en los niños, Arnoll Modell, de Harvard, en la misma conferencia, se ocupaba de las interpretaciones psicoanalíticas de la conducta temprana; él también pensaba, como Thelen, que se había desarrollado una crisis, pero, asimismo, que podía resolverse mediante la Teoría de la Selección de Grupos Neuronales; de hecho, el título de este artículo era "Darwinismo neuronal y una crisis conceptual en el psicoanálisis". La crisis particular de la que él hablaba estaba relacionada con el concepto de *nachtraglichkeit*, la transcripción de memorias que se habían vuelto parte de fijaciones patológicas pero que estaban abiertas a la conciencia, a nuevos contextos y reconstruccio-

nes, como una parte crucial del proceso terapéutico de liberar al paciente del pasado, y permitiéndole experimentar y moverse libremente una vez más.

Tal proceso no puede entenderse en función del concepto clásico de memoria, en el que un registro o rastro, o bien representación fija, se almacena en el cerebro —es este un concepto completamente estático o técnico—, sino que requiere de un concepto de memoria como algo activo e "inventivo".¹⁴ El que la memoria es esencialmente constructiva (como Coleridge insistía hace dos siglos) fue demostrado mediante experimentación por el eminente psicólogo de Cambridge, Frederic Bartlett. "Recordar", escribió, "no es la re-excitación de innumerables rastros fijos, inertes y fragmentados. Se trata de una reconstrucción imaginativa, o construcción, edificada fuera de la relación de nuestra actitud hacia toda una masa de reacciones o experiencias pasadas y organizadas".

Simulación del cerebro

Fue precisamente esta construcción o reconstrucción imaginativa, dependiente del contexto, a la que Freud se refería con *Nachtraglichkeit*; pero, señala Modell, a la que no se le había dado ninguna base biológica hasta que apareció la idea de Edelman de memoria como recategorización. Más allá de esto, Modell, como analista, está interesado en la cuestión de cómo se crea el yo, la expansión del yo mediante el encuentro o creación de significados personales. Esta forma de crecimiento interior, tan distinto del "aprendizaje" en el sentido ordinario, según Modell, también podría encontrar sus bases neuronales en la formación de mapas cerebrales más ricos, pero siempre autoreferenciales, y su incesante integración mediante la señalización entrante, como Edelman lo ha descrito.¹⁵

También otros —psicólogos cognitivos y lingüistas— se han interesado profundamente en las ideas de Edelman, en particular por las implicaciones de la Teoría de Selección de Grupo Neuronal extendida, que sugiere que el niño explorador, el organismo explorador, busca (o im-

pone) significado en todo momento, que sus mapeos lo son de significado, que su mundo y (si está presente una conciencia superior) sus sistemas simbólicos están contruidos de "significados". Cuando Jerome Bruner y otros lanzaron la "revolución cognitiva" a mediados de los 50, fue en parte una reacción al conductismo y otros "ismos", que negaban la existencia y estructura de la mente. La revolución estaba diseñada "a sustituir la mente en la naturaleza", a concebir la búsqueda de significado como algo central en el organismo. En un libro reciente, *Acts of Meaning*, Bruner describe cómo se subvirtió este ímpetu original y fue reemplazado por las nociones de computación, información, procesamiento, etc., y por la noción computacional (y chomskiana) de que la sintaxis de un lenguaje puede separarse de su semántica.¹⁶

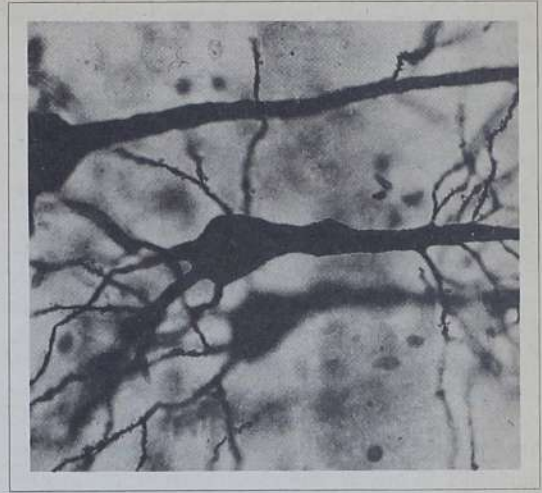
Sin embargo, como escribe Edelman, es cada vez más claro, desde la adquisición del lenguaje en el niño y, del mismo modo, desde el persistente fracaso de las computadoras para "entender" el lenguaje, su rica ambigüedad y polisemia, que la sintaxis no puede separarse de la semántica. Es precisamente a través del medio de los "significados" que el lenguaje y la inteligencia naturales se construyen. A partir de Boole, con sus "leyes del pensamiento" en la década de 1850, hasta los pioneros de la inteligencia artificial en nuestros días, ha habido una noción persistente de que uno podría tener una inteligencia o un lenguaje basados en la lógica pura, sin algo tan desordenado como el "significado" que se encuentra implícito. Este no es el caso, y no puede ser, en el que podríamos encontrar ahora una base biológica en la Teoría de Selección de Grupos Neuronales.

Como quiera que sea, ninguno de estos puede probarse por ahora, ya que no tenemos manera de ver grupos neuronales o mapas, o bien sus interacciones; no hay manera de escuchar en la orquesta entrante del cerebro. Nuestra capacidad de analizar el cerebro vivo es aún muy primitiva. En parte por esta razón, los investigadores en neurociencias, Edelman entre ellos, han creído necesario simular el cerebro, y el poder de las computadoras hace cada vez más factible esta posibilidad. Se puede notar a neuro-

nas simuladas de propiedades fisiológicamente reales, y permitirles interactuar de manera fisiológicamente realista.

Edelman y sus colegas en el Instituto de Neurociencias se han interesado profundamente en estos "modelos neuronales sintéticos", y han ideado una serie de "animales sintéticos" o artefactos diseñados para probar la Teoría de Selección de Grupos Neuronales. Si bien estas "creaturas" —que han sido nombradas Darwin I, II, III y IV— utilizan supercomputadoras, su comportamiento (si es posible emplear este término) no está programado, no es robótico y (según Edelman) "no ético". Dichas creaturas incorporan tanto un sistema selectivo y un conjunto primitivo de "valores" —por ejemplo, que la luz es mejor que su ausencia—, lo cual por lo general guía la conducta, pero no la determina o la predice. Las variaciones impredecible se introducen tanto en el artefacto como en su entorno, de tal manera que se le obliga a generar sus propias categorizaciones.

Darwin IV o Nómada, con su ojo y hocico electrónicos, no tiene "objetivo" ni "agenda", pero reside en una especie de corral, en un mundo de objetos simples y diversos (con distintos colores, formas, texturas, pesos). Conforme a su nombre, va de un lado a otro como un pequeño curioso, explorando estos objetos, alcanzándolos, construyendo con ellos de una manera espontánea e idiosincrásica (el movimiento de este artefacto es excesivamente lento y es necesario contar con fotografías fijas a fin de enseñar claramente su calidad de creatura). No hay dos "individuos" que muestren idéntica conducta, de manera que los detalles de sus alcances y aprendizajes no pueden predecirse, no más de lo que Thelen puede predecir el desarrollo de sus niños. Si se cortan sus circuitos de valor, los artefactos no muestran ningún aprendizaje o "motivación" alguna, ni tampoco un comportamiento convergente, sino que vagan por ahí sin propósito, como pacientes que tienen destruidos sus lóbulos frontales. Puesto que se conoce todo el circuito de estos Darwins y es posible ver su funcionamiento en detalle a través de la pantalla de una supercomputadora, uno puede monitorear sus funciones al interior, sus mapeos internos, sus señalizaciones entrantes, es



decir, uno puede apreciar cómo surgen los primeros preceptos vagos, tentativos, y cómo, con cientos de muestras más, evolucionan y se convierten en modelos de realidad reconocibles y refinados, los cuales siguen un proceso similar al que proyecta la teoría de Edelman.¹⁷

Observar el funcionamiento de los Darwin, en particular el Darwin IV, puede inducir un curioso estado mental. Cuando fui al zoológico luego de mi primera impresión de Darwin IV, me encontré viendo a las aves, antílopes, leones con una nueva mirada: ¿eran estos animales, por decirlo así, Darwins de la naturaleza, especies complejas en un nivel XII de Darwin? Y los gorilas, con su conciencia de orden superior pero sin lenguaje, ¿en que nivel se encontrarían, en el XIX? Y nosotros mismos, que escribimos sobre los gorilas, ¿en dónde nos colocaríamos, junto a un Darwin XXVII quizá? Una parte especialmente intrigante, en ocasiones aterradoramente de *Bright Air, Brilliant Fire* es su penúltimo capítulo, "¿Es posible construir un artefacto consciente?". Edelman no tiene dudas de su posibilidad, pero piensa, indulgente, que esto será bien entrado el siglo XXI.

Esta es, pues, la visión de *Bright Air, Brilliant Fire*, y su propósito fundamental de "sustituir la mente en la naturaleza". Se trata de un libro de asombrosa variedad y alcances, pues va de la filosofía a la biología, la psicología y los

modelos neuronales, en un intento de sintetizarlos en un todo unificado.


El darwinismo neuronal (o edelmanismo neuronal, como Francis Crick lo ha llamado) coincide con nuestro sentimiento de "flujo", esa sensación que tenemos cuando funcionamos en forma óptima; de un ligero, fácil, complejo, siempre cambiante pero integrado y orquestado fluir de la conciencia.¹⁸ Coincide con la sensación de que esta conciencia somos nosotros, y que todo lo que experimentamos, hacemos y decimos es, implícitamente, una forma de auto-expresión, y que estamos destinados, ya sea que lo queramos o no, a una vida de particularidades y desarrollo propio; coincide, finalmente, con nuestro sentimiento de que la vida es un viaje, impredecible, lleno de riesgos e incertidumbres, pero igualmente lleno de novedades y aventura, y caracterizado (si es que limitaciones externas o patológicas no lo sabotean) por constantes avances, una exploración y comprensión del mundo siempre más profundas.

La teoría de Edelman propone una manera de fundamentar todos esto en hechos conocidos sobre el sistema nervioso e hipótesis que pueden probarse sobre sus operaciones. Cualquier teoría, incluso una que sea equivocada, es mejor que ninguna; y esta teoría —la primera sobre la mente y la conciencia verdaderamente general, la primera teoría biológica de la individualidad y la autonomía— debe, al menos, provocar una avalancha de experimentación y análisis.

Merlin Donald, al final de su reciente libro, *Origins of the Modern Mind*, una obra bella y de grandes alcances, habla de esto en su conclusión: "El materialismo mental está de regreso, con ánimos de venganza. No sólo ha retornado, sino que lo ha hecho de una manera, libre de excusas, sin reservas y casi exhibicionista. Esta nueva reencarnación podría llamarse 'materialismo exuberante'. Changeux (1985), Churchland (1986), Edelman (1987), Young (1988) y muchos otros han anunciado un nuevo apocalipsis neurocientífico.

"El optimismo es básicamente más productivo que el pesimismo y los materialistas exuberantes sin duda son optimistas. Las neurociencias

se hallan en su adolescencia, y el campo se encuentra embotado por su propio vertiginoso crecimiento; ¿cómo no ser optimista?"¹⁹

No hay mejor lugar donde leer acerca de esto que en las propias obras de Edelman, a pesar de ser frecuentemente densas y difíciles. *Bright Air, Brilliant Fire* es la más vasta y accesible de ellas. Es ardua y a veces enloquecedora, y uno debe esforzarse por comprenderla; pero si uno lo hace, si uno lee una y otra vez, los pertinentes párrafos finalmente cederán su significado, y entonces surgirá una brillante y cautivadora nueva visión de la mente. 

Notas

1. La impetuosa atmósfera de estos días ha sido captada en toda su intensidad en *The Cybernetics Group*, de Steve J. Heims (MIT Press, 1991), y muchos de los artículos de McCulloch fueron recopilados más tarde en *Embodiments of Mind* (MIT Press, 1965).
2. Véase Francis Crick, "La conmoción reciente sobre las redes neuronales", *Nature*, 337, (1989).
3. Lashley expresaba esto en un famoso artículo, "En busca del Engram", publicado poco antes de su muerte; Londres: *Simposia of the Society for Experimental Biology*, vol. 4, 1950.
4. El artículo de Jeffrey Gray se encuentra en *Nature*, 358, 277 (1992), y mi propia réplica en *Nature*, 358, 618, (1992).
5. *The Interpersonal World of the Infant: A View from Psychoanalysis and Developmental Psychology* (Basic Books, 1985)
6. Sin embargo, tal vez existan mecanismos interconstruidos para ciertos reconocimientos genéricos, como la habilidad, que compartimos con los primates, de reconocer la categoría de "víboras", incluso si nunca antes hemos visto una; o la capacidad de los niños de reconocer la categoría genérica de "rostros" mucho antes de que reconozcan alguno en particular. Hay en la actualidad evidencias de células "detectoras de rostros" en la corteza cerebral.
7. Se ha usado en ocasiones anteriores de un modo confuso el mismo término "entrante" para hacer referencia a estos circuitos cerrados de retroalimentación. Edelman le da al término de "ingreso" un nuevo y radicalmente distinto significado.
8. Por lo tanto, si se les muestran a unas palomas fotografías de árboles, o bien hojas de roble o peces, rodeadas de aspectos extraños, las palomas aprenden rápidamente a "familiarizarse" con estas fotografías y a generalizar, de tal forma que pueden más tarde reconocer

cualquier árbol, hoja de roble o pez de inmediato, sin importar cuán diverso o confuso pueda ser el contexto. Es claro, a partir de estos experimentos, que la percepción elige, o más bien crea, rasgos "definitorios" (lo que cuenta como "definitorio" puede ser distinto para cada palabra) y categorías cognitivas sin el uso del lenguaje, es decir, sin que se les "diga" qué hacer. Este comportamiento que crea categorías (el cual Edelman llama "noético") es muy diferente de los procedimientos rígidos, algorítmicos que utilizan los robots. (Tales experimentos con palomas se describen en detalle en *Neural Darwinism*, págs. 247-251.)

9. *The New York Review*, 22 de noviembre de 1990.
10. Knopf, 1992.
11. Un examen completo de estas perturbaciones de la imagen y del ego corporales en relación con la TNGS puede encontrarse en un nuevo corolario a la edición inglesa de mi libro *A Leg to Stand On* (Picador, 1992).
12. Un trabajo fundamental que muestra la plasticidad de la corteza cerebral y el notable grado de reconocimiento que puede alcanzar luego de heridas, amputaciones, golpes, etc., lo ha realizado Michael Merzenich y sus colegas en la Universidad de California en San Francisco. Véase (por ejemplo): "Plasticidad representacional cortical", de M.M. Merzenich, G. Recanzone, W. M. Jenkins, T.T. Allard y R.J. Nudo, en *Neurobiology of the Neocortex*, editado por P. Rakic y W. Singer (John Wiley and Sons, Ltd., 1988), págs. 41-67.
13. Véase Esther Thelen, "Sistemas dinámicos y la generación de diferencias individuales", en *Individual Differences in Infancy: Reliability, Stability, and Prediction*, editado por J. Colombo y J.W. Fagen (Hillsdale, Nueva Jersey: Erlbaum, 1990). Consideraciones similares surgen con respecto a la recuperación y rehabilitación luego de golpes y otras lesiones. No existen reglas, no hay caminos establecidos de recuperación; cada paciente debe descubrir o crear sus propios modelos motores y perceptuales, sus propias solucio-

nes a los desafíos que enfrenta, y es tarea de un terapeuta con sensibilidad ayudarlo en este momento. Esto se comprende bien en la práctica de la "integración funcional", realizada antes que nadie por Moshe Feldenkrais, y utilizada cada vez más tanto en la rehabilitación después de lesiones como en el entrenamiento de bailarines y atletas. "Uno no puede enseñar a una persona cómo organizar un movimiento o percibirlo", escribe Carl Ginsburg, un importante maestro de Feldenkrais. "Requerimos de un sistema que se organice conforme experimental... un sistema que tenga estabilidad y extraordinaria plasticidad para cambiar de acuerdo a las circunstancias. Se trata de un sistema que es extremadamente difícil de moldear." Ginsburg piensa que la TNGS es lo más cercano al modelo requerido ("Las raíces de la integración funcional, parte III: El cambio en el pensamiento", *The Feldenkrais Journal*, 7, 34, (1992)

14. Véase Israel Rosenfield, *The Invention of Memory: A New View of the Brain* (Basic Books, 1991).
15. Las ideas de Modell han sido desarrolladas cabalmente en *Other Times, Other Realities* (Harvard University Press, 1990) y en otro libro de reciente aparición, *The Private Self* (Harvard University Press, 1993).
16. Jerome Bruner, *Acts of Meaning* (Harvard University Press, 1990).
17. Por lo común, uno no es consciente de la generación casi automática del cerebro de las "hipótesis perceptivas" (en términos de Richard Gregory) y su refinamiento mediante un proceso de muestreo y pruebas repetidas. Pero bajo ciertas circunstancias, como sucede durante la recuperación luego de una aguda lesión nerviosa, uno puede llegar a estar muy consciente de estas operaciones generalmente inconscientes (a veces con excesiva rapidez). Ofrezco un ejemplo personal de esto en *A Leg to Stand On*.
18. Véase Mihaly Csikszentmihalyi, *Flow: The Psychology of Optimal Experience* (HarperCollins, 1990).
19. Harvard University Press, 1991.



Innovaciones educativas

Nuevos libros de texto: Para tomar la palabra, el de Español

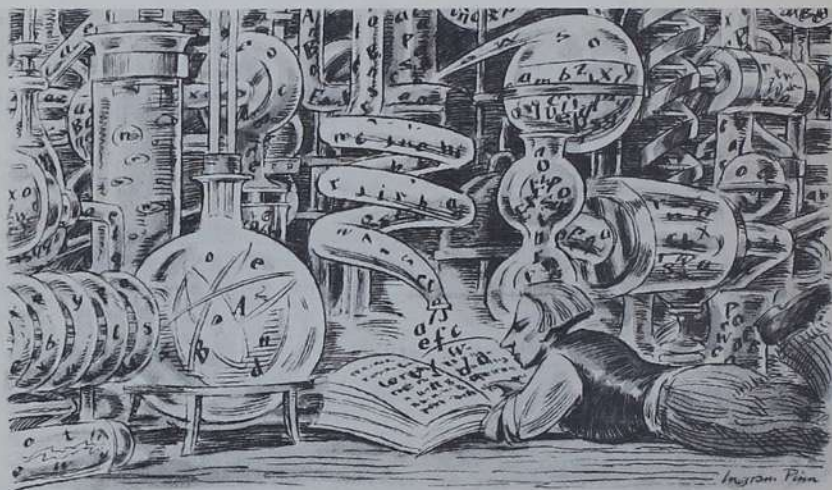


Ilustración: Ingam Pinn

Gerardo Moncada

Laura Navarro guardó su título de psicóloga y se convirtió en estudiosa del proceso enseñanza-aprendizaje. De esta manera inició un largo ciclo de trabajo que se cerró este año, al coordinar la elaboración del libro de texto de Español para quinto grado que resultara ganador en la convocatoria lanzada por la Secretaría de Educación Pública. Participaron en la preparación del libro los investigadores Celia Díaz, María del Carmen Larios y Miguel Angel Vargas.

Avance y Perspectiva (AyP): Parecía que una cosa era investigar y otra muy distinta incidir en las políticas de educación.

Laura Navarro (LN): Así es. Nosotros hemos impartido cantidad de talleres y cursos para maestros, y siempre sentíamos que el grupo era pequeño, que faltaba continuidad, que los resultados de la investigación —a pesar de contar con una sólida base teórica y experimental— tardaban mucho en llegar a la escuela. Ahora entraremos de lleno con el libro de texto.

AyP: ¿Cuáles son los antecedentes de este libro?

LN: Investigación pedagógica, teórica y didáctica. En mi caso, desde 1980, trabajo en el Departamento de Investigaciones Educativas (DIE-Cinvestav) con la doctora Emilia Ferreiro, en el proyecto de Procesos de Aprendizaje en Lengua Escrita. Durante varios años realicé investigación básica y, en 1984, entré a comunidades rurales dentro del sistema de cursos comunitarios (educa-

Gerardo Moncada, periodista en las áreas de ecología, ciencia y tecnología, es colaborador de *Avance y Perspectiva*.

ción primaria para niños de zonas marginadas donde no llegan los servicios de la SEP).

En 1988, cuando el Consejo Nacional de Fomento Educativo (Conafe) encomendó al DIE renovar el material para los instructores comunitarios, coordiné el área de español. En la fase inicial nos concentramos en el currículum de primero a cuarto año. Renovamos tanto materiales para el instructor como para los niños que ya podían leer y escribir (tercero y cuarto); se elaboraron fichas de trabajo y juegos didácticos en apoyo a la enseñanza.

En la segunda etapa abarcamos quinto y sexto grados. Esto es reciente; hace poco entregamos los materiales a Conafe para su publicación. Además, se elaboró un cuaderno de trabajo con ejercicios y actividades a resolver por los alumnos.

La experiencia hace al maestro

Fueron cinco años para elaborar el currículum completo, porque lleva tiempo reinterpretar la investigación y plantearla en la enseñanza de una manera adecuada. Lo más valioso de esta labor fue que indagamos sobre el propio material, pues las actividades propuestas se probaron direc-

tamente con los niños a fin de detectar si era necesario modificarlas o incluso rehacerlas en su totalidad.

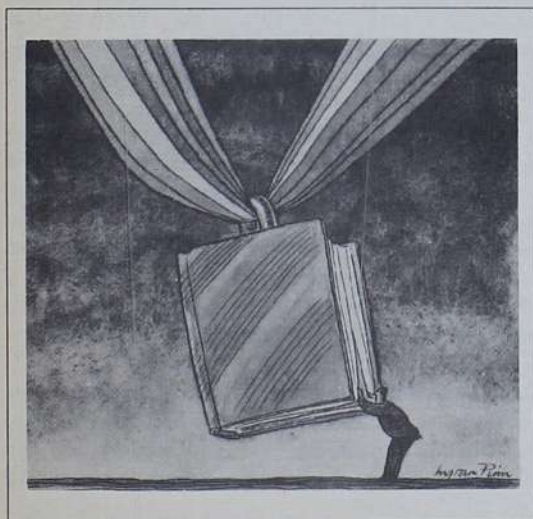
A veces, el problema era cómo estaban planteadas; en otras ocasiones, el contenido fue demasiado elevado (o sencillo) para los niños. Eso nos dio la oportunidad de hacer ajustes. Además, tuvimos operando nuestro material en forma experimental durante un año en 21 comunidades de diferentes estados; gracias a ello observamos, a lo largo de todo el ciclo escolar, el proceso de aprendizaje en los niños.

En forma paralela se trabajó con los instructores para ver qué tanto entendían las actividades y cómo las desarrollaban con sus alumnos.

La experiencia en las dos vertientes de trabajo (la investigación sobre los procesos de aprendizaje, así como la experimentación con el material didáctico) nos permitieron elaborar para el concurso de la SEP una propuesta acabada, con claridad estructural. Cubre todo el programa y sólo algunas de las actividades planteadas no han sido probadas, porque debimos ajustarnos al guión de contenidos que marcaba la SEP.

Otra cualidad es su autonomía. En las comunidades los instructores no son maestros, sino muchachos capacitados para impartir clases. Tal circunstancia nos llevó a desarrollar materiales cuya aplicación no depende de la calificación del maestro o instructor. Esa experiencia se extendió al libro de texto, que resultó bastante autodidacta; su contenido es vasto y tiene posibilidades de abrirse, de ser flexible, de ofrecer ejercicios adicionales a los desarrollados por el maestro.

En cuanto a los posibles resultados, tenemos confianza pues alrededor del 90 por ciento de los materiales fueron sometidos a prueba en comunidades rurales, en la escuela más marginal que podemos encontrar en México, donde la interacción de los niños con la escritura es mínima por el contexto social. A partir de ahí ajustamos los contenidos a una media nacional, por eso sabemos que el libro es útil para cualquier escuela de México, y más si cuenta con un maestro que le saque mayor provecho.



Sangre, sudor y lágrimas

AyP: ¿Cómo progresó la elaboración del libro?

LN: Nuestra base fue el cuaderno de trabajo de español que elaboramos para Conafe, por ser un libro dirigido a niños. Evaluamos las propuestas pedagógicas, la estructura didáctica y el enfoque. Con esto, hicimos un análisis del guión de contenidos fijado por la SEP y de las características que pedía contuviera el libro. Acto seguido, elaboramos un plan y fuimos estructurando tanto los contenidos obligatorios como aquellos que deberían añadirse como antecedente necesario, pues no conocíamos los temas que se manejarían en el grado anterior.

Una cosa importante: el libro se ajustó al calendario escolar real; consideramos exclusivamente el tiempo que en verdad se dedica al aprendizaje en el aula.

A nivel de equipo, hubo gran interacción entre los cuatro integrantes. Elaboramos una primera propuesta que analizamos y discutimos conjuntamente. Entre todos seleccionamos las 32 lecturas que incluiría el libro; a partir de ellas nos dividimos la elaboración de las lecciones. Luego las intercambiábamos y, conforme la experiencia de cada quien, fuimos perfeccionando el material. Algunas actividades de plano las rehicimos. Fue un trabajo muy parejo y muy duro.

En ese proceso, contamos con algunos lectores externos que opinaron respecto al manejo de contenidos, la precisión de algunas actividades, su nivel, el lenguaje, la presencia del maestro en el libro. Este tipo de cosas provocó una constante reelaboración del texto.

Formamos un buen equipo, bastante compatible en cuanto a la aproximación pedagógica que nos interesaba. Todos llevamos años en la elaboración de materiales didácticos o investigando los problemas de aprendizaje del español en la primaria, desde preescolar hasta adultos analfabetos. Eso fue importante. También se dio afinidad en los caracteres, lo cual nos permitió soportar la intensa presión de tiempo y trabajo, y

a veces aceptar el desempeño de actividades poco gratificantes: digamos, ir a sacar fotocopias. En algún momento, a todos nos tocó hacer talacha. Hacia el final estuve más cerca del diseño y la elaboración del libro quedó en manos de los otros autores.

Juntos y felices

AyP: ¿Hay alguna característica especial en el diseño?

LN: En Conafe tuvimos problemas con el cuaderno de español. Elaboramos el texto con cálculos de extensión, de páginas y demás, pero los diseñadores cambiaron la formación de cada página y el material se extendió más de lo previsto, lo que nos orilló a efectuar varios recortes.

La experiencia con el libro de texto gratuito fue muy distinta. Desde un principio nosotros decidimos cuál sería la estructura del libro, cuántas lecciones tendría y la extensión máxima de páginas, conforme los requisitos y las posibilidades que daba la SEP. En función de esto, definimos con los diseñadores los criterios que normarían el trabajo de los autores. Por citar uno: cada lección inicia con una lectura a doble página. Decidimos comenzar siempre así para darle mejor espacio a la ilustración; después vienen los ejercicios relacionados con esa lectura. Esta constante nos proporcionó una aproximación muy real del espacio con que contábamos para elaborar cada lección.

Me parece importante destacar esto porque lograr un material didáctico afortunado requiere la convergencia de estas dos áreas. Es indispensable que este trabajo se realice en forma conjunta, que se ajusten las necesidades del contenido con las de diseño; ambas tienen su base pedagógica y didáctica pero no siempre coincide la concepción de cada cual respecto a un texto.

Alcanzar una armonía entre equipos acostumbrados a trabajar en forma independiente y aislada nos permitió producir un material de alta calidad, tanto en diseño como en el desarrollo del contenido temático.



AyP: Trabajar de esta manera puede resultar costoso. ¿A cuánto ascendió el costo del libro?

LN: El Cinvestav se interesó en financiarnos y fue muy flexible. Nos dejó elegir el grupo editorial y autorizó el presupuesto, a pesar de ser elevado por las condiciones de urgencia que planteaba la convocatoria. Al momento de entregar el libro a la SEP, el gasto por diseño era de entre 120 y 130 mil nuevos pesos. Incluyendo salarios y honorarios de toda la gente involucrada, el costo aproximado ascendió a 200 mil nuevos pesos.

El tiempo no espera

AyP: ¿Fue suficiente el tiempo que se dio en la convocatoria?

LN: Fue suficiente, en términos de que entregamos el libro acabado y completo. Sólo faltó terminar algunas ilustraciones. Pero esto se logró a cambio de mantener un ritmo de trabajo tenso y difícil durante dos meses, laborando 48 horas diarias. Si bien la convocatoria salió el 7 de enero, había que armar el grupo, optar por un diseño. Eso lleva tiempo.

Cuando realmente empezamos quedaban dos meses, un margen demasiado justo, con exigencias fuertes porque la convocatoria pedía un libro terminado en todos los sentidos. Con seis meses, hubiéramos puesto a prueba actividades que nos dejaron ciertas dudas; el texto quedaría pulido; ampliaríamos la indagación en fuentes bibliográficas y la selección de lecturas.

No obstante las prisas, en términos de calidad, es muy buen libro (aunque como autor, piense que podría ser todavía mejor). La prueba final será cuando llegue a las manos de niños y maestros, a partir de ese momento sabremos cómo funciona y podremos hacer mejoras. En el aula siempre salen variantes que uno no imaginaba, variantes que en ocasiones son de gran ayuda para la actividad que se plantea.

El libro puede resolver el 90 por ciento de los problemas de español de quinto grado; el diez por ciento restante lo integran puntos que no están totalmente amarrados, porque requieren más investigación pedagógica y depurarlos en el aula. Está, por ejemplo, el problema didáctico de cómo hacer resúmenes, cómo lograr que en un texto los niños identifiquen las ideas principales y

las secundarias, y las separen de su interpretación individual. Es una dificultad que exige un estudio acucioso, pues aunque surge en la primaria se extiende a todo el sistema educativo, incluyendo la universidad.

De ahí que sea importante que uno, como autor de materiales didácticos, vaya y venga constantemente de la práctica escolar a la teoría, el estudio y la investigación. No podemos quedarnos de un solo lado, se necesita un balance de ambos espacios para depurar el conocimiento y plantear actividades didácticas eficaces.

AyP: Entonces el libro requerirá ajustes.

LN: Pequeños ajustes. Tal y como está, funcionará bien. Ahora, los maestros van a tener que aprender una manera distinta de enseñar, porque así lo exige el libro. Sabemos que habrá resistencias, pero confiamos en que con el tiempo los profesores asimilarán este nuevo enfoque de la enseñanza del español, trabajarán con él y lo desarrollarán.

Una transformación radical

AyP: ¿Cuáles serían las principales diferencias de este libro con el anterior?

LN: Sobre todo, el enfoque pedagógico. Pensamos, por un lado, que los niños de quinto año están aún en vías de alfabetización, entendida ésta como un proceso largo, con diferentes grados, que se extiende incluso a niveles universitarios; y, por otro lado, que la escritura, como objeto de conocimiento, tiene una gran variedad de soportes (tipos de textos), con los cuales uno lee y escribe. Por ello intensificamos la interacción de los alumnos con escritos socialmente funcionales.

Así, aparte de los textos literarios —considerados temáticos del Español— incluimos otros de carácter científico, histórico, periodístico, cartas, historietas... Con lo cual, desde el Español, los niños enfrentarán diversos tipos de textos; aprenderán a comprenderlos y a elaborarlos. Sabrán



que en cada caso se siguen reglas de estructuración distintas, acordes a una intención comunicativa; se emplea un lenguaje propio; se cuenta con un contexto específico. Todo esto es sumamente útil para la comprensión de lectura: si reconozco el tipo de texto pongo en juego ciertas estrategias que me permitirán entenderlo; de entrada, asumo una forma particular de lectura.

En cuanto a la escritura, uno de los grandes problemas de la primaria, que repercute sobre los niveles educativos subsecuentes, es la dificultad que tienen los alumnos para redactar. Nuestra propuesta pone énfasis en que los niños redacten sus propios textos, que no sean sólo lectores. Con las pautas que antes describimos, entenderán cómo se estructura un texto, cuáles son sus características particulares, qué función cumple; con ello tendrán mayores posibilidades de elaborarlo, de redactar un escrito organizado y coherente.

Otra diferencia sustancial con el libro anterior: se trabaja fuerte y en forma centrada, ya no sobre palabras o enunciados, sino sobre textos, combinando las actividades de lectura y escritura. Por ejemplo, ante una noticia de periódico preguntamos al niño qué se dice, cómo, para qué, cuándo sucedió; preguntas que lo llevan a indagar sobre el propio texto. Antes se recurría a la vieja práctica pedagógica de primero leer y luego



Los niños tendrán mucho que decirse y el maestro mucho que escuchar, a partir de lo cual retroalimentará el trabajo, les dará la información que necesiten y, en ocasiones, les ayudará a argumentar. El profesor no debe perder de vista que su participación y la forma como interactúe con los alumnos serán fundamentales.

Por ejemplo, la lectura en voz alta. Es importante que el docente lea para los niños, por ser un modelo importante, y que diversifique esta actividad. Un guión de teatro es un buen ejercicio, pues hay que saber cuál es el turno propio, quién sigue; muy distinto a leer una noticia o un cuento en voz alta.

La estructura del libro permite al maestro decidir sobre las actividades que conviene hacer y la forma de desarrollarlas, en función del objetivo que se persiga. Las actividades incluidas cubren el ciclo escolar y están abiertas para adecuarse a las condiciones de los alumnos, a los materiales disponibles y otros factores. No es un método cerrado, sino flexible, con lo cual es posible ampliar unas lecciones, acortar otras e incluso dar una visión distinta a los contenidos. El libro no encasilla al maestro, al contrario.

Y para los niños, resultará llamativo, pues aparte de tener mejor calidad en papel e impresión, contiene muchas caricaturas que dan humor a los textos. El aprendizaje no necesita revestirse de formalidad. Es un libro para jugar, para aprender divirtiéndose.

hacer una serie de cuestionamientos, mismos que, a veces, estaban relacionados con información extratextual.

Además, no interrogamos sobre información específica; damos pautas que permitan releer el texto (nos interesa que el niño lo lea muchas veces, pues no basta con una sola vez). En cada lectura se van rescatando distintas informaciones. Esperamos que con este ir y venir el alumno asuma una actitud activa hacia el escrito, un compromiso a conformar su interpretación y a diferenciarla de la intención del autor. Asimismo, las respuestas que buscamos no son del tipo correcto-incorrecto, pues todas son posibles, son maneras de ver las cosas. En el caso de un cuento, las apreciaciones individuales construyen la explicación global.

Por su parte, los maestros, además de enfrentar los textos "raros", tendrán algunas dificultades porque planteamos una organización distinta dentro del aula, más compleja. Las actividades están diseñadas para el trabajo en equipos o por parejas; los niños leerán juntos, resolverán en conjunto ciertos ejercicios y otros los harán solos para luego comparar sus respuestas entre ellos. Pretendemos que, en conjunto, construyan su propio conocimiento, porque el argumentar y explicitar a su nivel les da mayores posibilidades de comunicación.



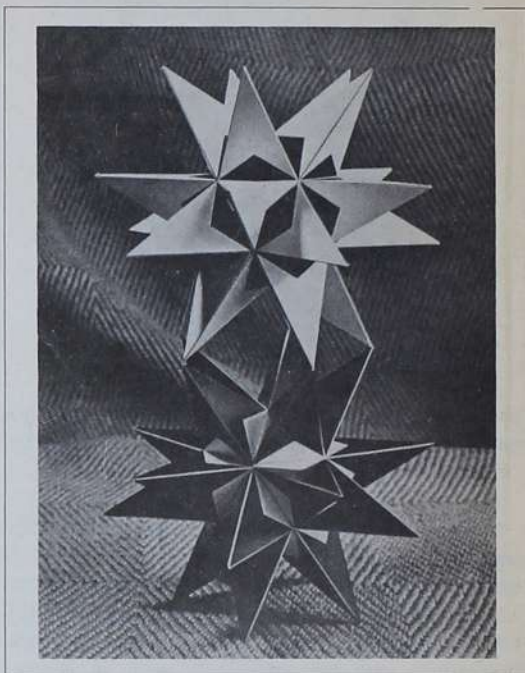
*Perspectivas***Sociedad de alumnos en el Cinvestav****Ricardo Félix y Manuel Rosales****Orígenes**

La historia comienza en el otoño de 1990. Al menos una docena de estudiantes del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav no pudieron asistir al congreso nacional anual de la especialidad por falta de financiamiento. Este hecho, originalmente motivo de discordia entre los estudiantes y las autoridades del departamento, puso de manifiesto la necesidad imperiosa de crear una organización estudiantil que mediara entre ambas partes para dar solución a este tipo de problemas y evitar nuevos conflictos en el futuro.

Después de varios debates internos, a mediados de 1991 se constituye la Sociedad de Alumnos (SA) del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, cuya finalidad es velar por los intereses de todos los estudiantes del departamento y promover su superación académica. Esta Sociedad de Alumnos ha venido sesionando mensualmente desde su constitución y sus reuniones no sólo tratan asuntos de interés general, sino que incluyen también sesiones académicas a cargo de los propios estudiantes.

Debido al éxito logrado por esta organización departamental, sus creadores se dieron a la tarea de exportar la idea a los demás departamentos que constituyen el Cinvestav, con el fin de hacer extensivos los beneficios de una organización de este tipo a todos los estudiantes del Centro.

Como resultado de este esfuerzo, y contando con la valiosa colaboración de un grupo de

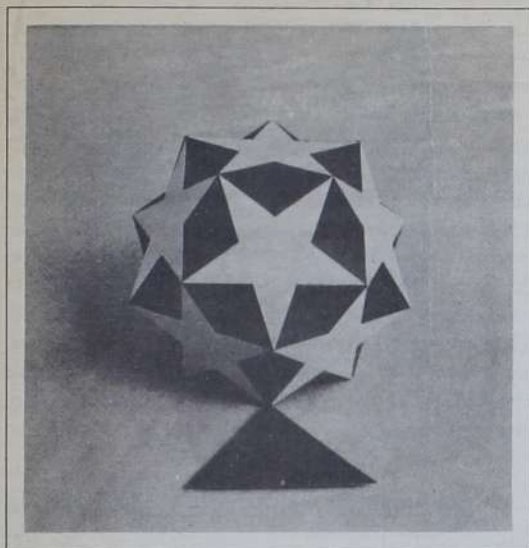


entusiastas compañeros, el 28 de enero de 1993 quedó formalmente constituida la Sociedad de Alumnos del Cinvestav-IPN, Unidad Zacatenco, y se instauró el Consejo de Estudiantes (CE) que la gobierna. En esa misma fecha se aprobó el estatuto que la norma¹.

Sociedad de Alumnos y Consejo de Estudiantes

La SA es una organización que agrupa a los estudiantes del Cinvestav-IPN (Zacatenco) cuya finalidad es, de acuerdo con sus estatutos, participar de manera efectiva en la solución de los problemas de la comunidad estudiantil. La SA intenta defender los derechos de los estudiantes, mejorar su situación económica, fomentar la superación académica de sus miembros, servir como vínculo

Los maestros en ciencias Ricardo Félix y Manuel Rosales realizan sus estudios de doctorado en el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav.



de comunicación con las autoridades e impulsar la cohesión de sus integrantes.

Por su parte, el Consejo de Estudiantes (CE) es el organismo encargado de organizar y ejecutar las tareas que procedan para el logro de los objetivos que la SA se ha propuesto: es el mecanismo de gobierno de la SA. Está constituido por dos representantes de cada uno de los departamentos que integran la SA, que son elegidos por los estudiantes de los departamentos en cuestión, y su acreditación requiere de la presentación de un documento firmado al menos por 50% más uno de sus representados. Estos representantes son llamados consejeros y sirven como vínculo entre los miembros de la SA y el CE.

El CE sesiona cada mes y trata asuntos muy diversos, todos ellos relacionados con la problemática, tanto individual como colectiva, de los miembros de la comunidad estudiantil en general y de los integrantes de la SA en particular. Para ser miembro de la SA o para someter cualquier asunto ante el CE basta con ponerse en contacto con los consejeros.

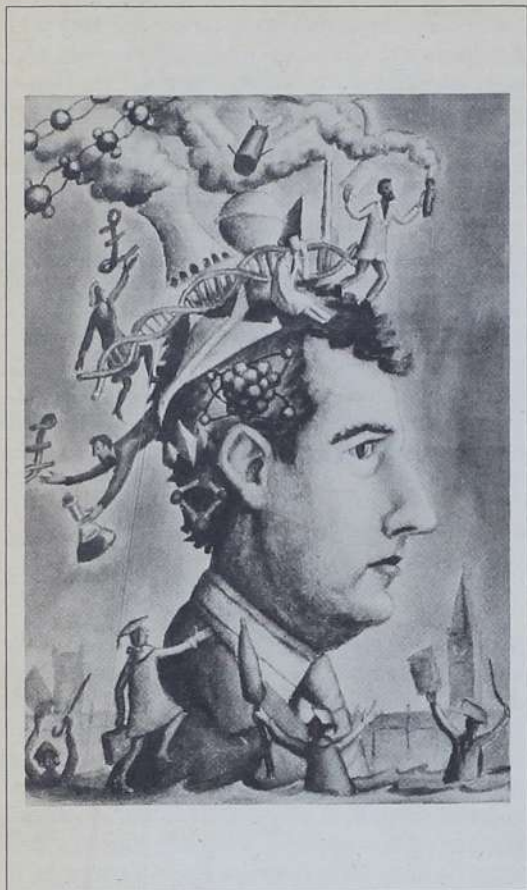
El CE, originalmente integrado por 20 consejeros electos por consenso en diez departamentos del Centro, ha sufrido pequeñas reestructuraciones durante su gestión. El camino hacia la

integración estudiantil no ha sido nada fácil y ha tenido sus sinsabores. En marzo del presente año, por problemas de índole interna, el Departamento de Física, de manera por demás lamentable, manifestó su deseo de retirarse temporalmente de la SA y el CE. Sin embargo, este hecho que inicialmente pareció debilitar su estructura, paradójicamente sirvió para unir aún más a sus miembros; tan es así que el CE nombró una Comisión de Integración, cuyos esfuerzos han resultado muy fructíferos ya que logró la adhesión a la SA y al CE del Departamento de Ingeniería Eléctrica (el más grande del Cinvestav en volumen de estudiantes), con sus cinco secciones. En el momento actual, la SA cuenta con cerca de 250 miembros estudiantes en los diez departamentos que la integran.

Logros

Sin duda, la preocupación principal del CE es la apremiante situación económica de los miembros de la SA. Huelga decir que la beca que el CONACYT les otorga además de ser insuficiente, rara vez es pagada oportunamente. Resulta cotidiano encontrar toda una serie de publicaciones que tratan acerca de la precaria situación económica en que se encuentran los investigadores y personal de apoyo a la investigación; sin embargo, es poco menos que excepción toparse con alguna que trate la alarmante situación económica que sufren los estudiantes de posgrado. Esta negación de la realidad es la que ha impulsado al CE a emprender una lucha sin cuartel contra la discriminación económica que padecen los estudiantes del Cinvestav-IPN, al igual que los estudiantes de otras instituciones educativas del país.

Aún antes de haberse constituido formalmente, el CE ya había iniciado su tarea de procurar el mejoramiento de las becas. Prueba de ello son los documentos publicados y las entrevistas sostenidas por sus miembros con las autoridades del CONACYT en 1992. El 8 de junio de ese año, el CE envió una carta al Presidente Salinas solicitando su intervención a fin de que se reconsiderara el monto de las becas. Posteriormente, el 4 de julio, se publicó en el periódico *La Jornada*



una carta dirigida al editor en que se solicitan becas competitivas para los investigadores en formación². De igual manera, a mediados de ese año se sostuvo una entrevista con las autoridades de CONACYT.

Pese a que ninguna de estas estrategias rindió los frutos esperados, se logró que el CONACYT indexara las becas al salario mínimo y se aplicara el 13% de aumento que la ley otorgó a dichos salarios el año pasado.

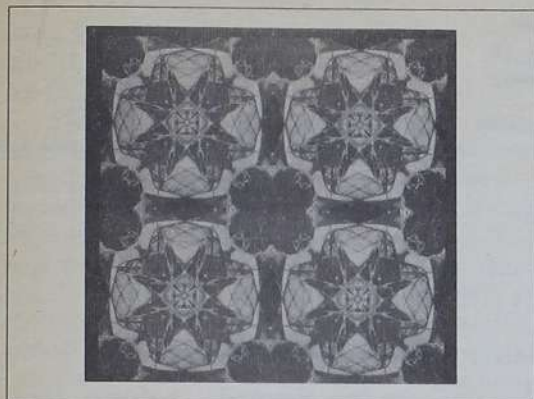
En este año, los salarios mínimos aumentaron un 7%, incremento que todavía no ha sido incorporado al monto de las becas por parte del CONACYT. El CE, sin embargo, no quita el dedo del renglón y continúa solicitando que se respete dicha disposición oficial.

Aun cuando los citados aumentos se hicieran efectivos, el CE considera que esa no es la solución al problema. En realidad, es necesario que exista un incremento sustancial a las becas que responda a las necesidades de los estudiantes. Por ello, el CE a principios de este año realizó un estudio socioeconómico entre los miembros de la SA para fundamentar una propuesta sería de incremento a las becas ante el CONACYT. Tal y como lo esperábamos, los resultados de la encuesta muestran que la beca es claramente insuficiente. Para muestra basta un botón: los gastos mensuales promedio de los estudiantes ascienden a más de N\$ 1,700 y 2,300 para maestría y doctorado, respectivamente.

Por esta razón resulta que más del 85% de los estudiantes se ven en la necesidad de procurar ingresos extras para tratar de equilibrar su presupuesto, en perjuicio de su formación académica. Asimismo, más de dos terceras partes del monto de la beca se destina a vivienda y alimentación, por lo que rubros tan importantes como salud y adquisición de material didáctico ni siquiera alcanzan el 5%. Con base en este estudio, la propuesta que el CE presentará ante las autoridades del CONACYT contempla un aumento de más del 60% en el monto actual de las becas³.

Por otro lado, el CE se ha constituido en el vocero de las necesidades de los estudiantes ante las autoridades del Cinvestav que, dicho sea de paso, han mostrado voluntad política para la solución de los problemas. El CE sostiene reuniones periódicas con el director del Centro y su equipo, que han desembocado en una serie de logros, como algunos que a continuación señalamos.

A partir del mes de agosto de este año se ha dispuesto que los estudiantes no pierdan sus vales de fotocopias atrazados, y actualmente se negocia, un aumento en el número de copias por vale (al menos para los estudiantes que se encuentran llevando cursos). De igual manera, se gestiona la instalación de teléfonos públicos que brinden servicio de larga distancia y se ha demandado elevar la calidad del pésimo servicio que ofrece el comedor del Centro.



El CE también se preocupa de aspectos de orden académico. Es por ello que actualmente se encuentra organizando cursos de idiomas y de computación, impartidos por personal altamente capacitado, llevados a cabo en las propias instalaciones del Centro y dirigidos a todos los estudiantes interesados. La información sobre dichos cursos se hará pública en su oportunidad, aunque cabe adelantar que serán financiados, al menos en parte, por el Cinvestav.

Perspectivas

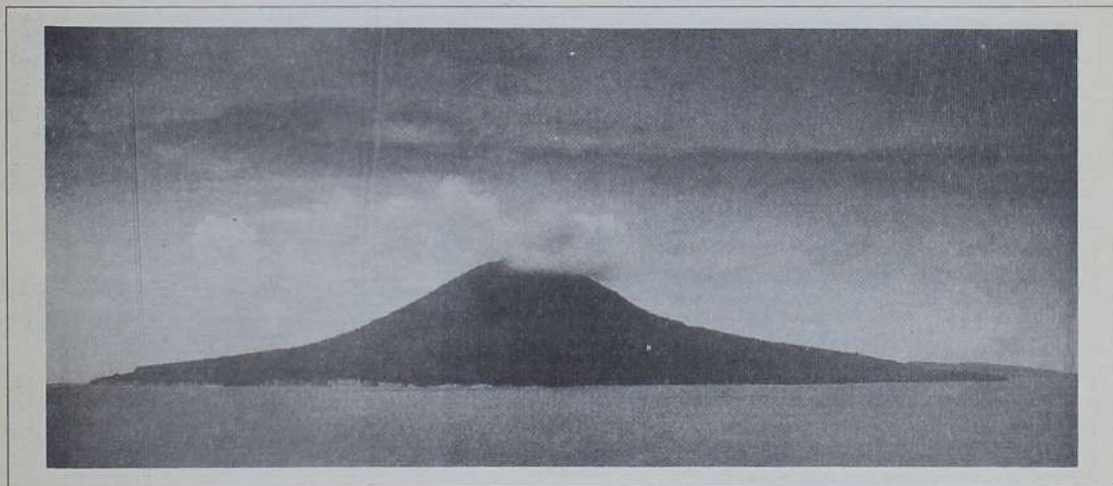
El camino recorrido es apenas un pequeño paso hacia la integración estudiantil dentro del Cin-

vestav. Es necesario lograr la incorporación a la SA de todas las unidades instaladas dentro y fuera de Zacatenco para contar con un organismo aún más representativo de los estudiantes de la institución. Es una tarea ardua y que requiere del esfuerzo de todos. La idea es organizarnos y luchar juntos porque nuestro trabajo sea más reconocido y mejor remunerado. La SA y el CE del Cinvestav-IPN Zacatenco han asumido con responsabilidad ese reto y estamos seguros que el tiempo consagrado a ello traerá grandes dividendos.

Lo que antes surgió como una idea vaga en uno de los departamentos, es ahora una realidad en el Centro. Debemos continuar trabajando y contagiar este entusiasmo a estudiantes de otras instituciones para que la bola de nieve siga creciendo. Vale la pena intentarlo. ❁

Notas

1. Estatuto para la Sociedad de Alumnos (SA) del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Zacatenco (Cinvestav-IPN).
2. Solicitan becas competitivas para los investigadores en formación, *La Jornada*, 4 de julio de 1992.
3. Agradecemos a los miembros de la Comisión de Mejoramiento de Becas del CE el habernos facilitado los datos relacionados con la encuesta por ellos elaborada.





60 aniversario de Samuel Gitler

Notas breves

La Sociedad Matemática Mexicana organizó una Reunión Internacional de Topología Algebraica —en Cocoyoc, Mor., del 8 al 14 de agosto pasado— para celebrar los 60 años del Dr. Samuel Gitler, investigador titular con licencia del Departamento de Matemáticas del Cinvestav. El Dr. Gitler es actualmente jefe del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Rochester en el estado de Nueva York, EUA. Se integró al Departamento de Matemáticas del Cinvestav desde su creación en 1961 y tuvo bajo su responsabilidad la jefatura del departamento entre 1974 y 1982. El campo de investigación del Dr. Samuel Gitler es precisamente la topología algebraica. Por sus contribuciones a este campo ha sido distinguido con el Premio Nacional de Ciencias en 1976 e ingresó al Colegio Nacional en 1986.

El Comité organizador de la Reunión Internacional de Topología Algebraica estuvo integrado por A. Adem (Univ. Wisconsin, EUA), M. Aguilar (IMAT-UNAM), E. Micha (Cinvestav), D. Ravenel (Univ. Rochester, EUA), J. J. Rivaud (Cinvestav) y J. Seade (IMAT-UNAM). Los siguientes investigadores presentaron conferencias invitadas: E. Antoniano (Cinvestav), M. Bendersky (Univ. Nueva York, EUA), C. Boyer (Univ. Nuevo México, EUA), J. Bracho (IMAT-UNAM), E. H. Brown (Univ. Brandeis, EUA), M.

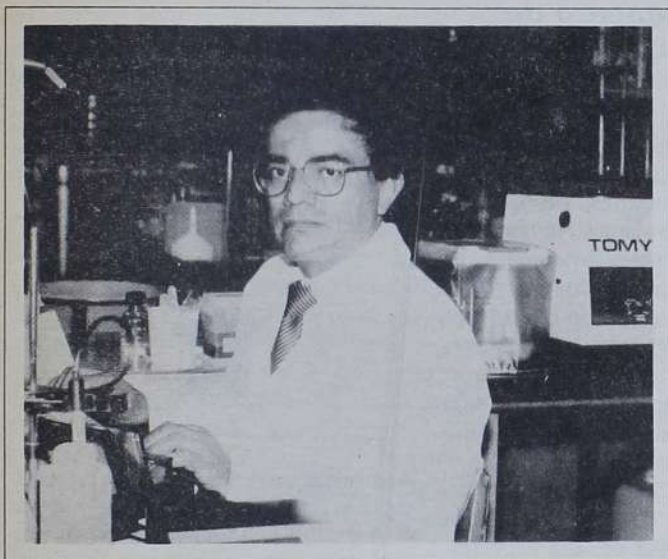
La **Dra. Rosalinda Contreras**, investigadora titular del Departamento de Química del Cinvestav y miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*, fue nombrada miembro del Comité Científico para las Conferencias Internacionales sobre la Química del Boro por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). La octava conferencia de este género se celebró en julio pasado en la Univ. de Tennessee, EUA, y la próxima se celebrará en 1995 en Heidelberg, RFA. Asimismo, la Dra. Contreras fue la única conferencista invitada de origen latinoamericano, y la única mujer entre 29 conferencistas, en el Simposio "Recent Advances in the Chemistry of the Main-Group Elements" que se celebró del 24 al 27 de octubre pasado en Austin, Texas.



Grupo de participantes en la Reunión Internacional de Topología Algebraica

Clapp (IMAT-UNAM), F. Cohen (Univ. Rochester, EUA), R. Cohen (Univ. Stanford, EUA), D. Davis (Univ. Lehigh, EUA), A. Dold (Univ. Heidelberg, RFA), E. Friedlander (Univ. Northwestem, EUA), F. González Acuña (IMAT-UNAM), J. Harper (Univ. Rochester, EUA), I. James (Uiv. Oxford, GB), S. López de Medrano (IMAT-UNAM), M. Mahowald (Univ. Northwestem, EUA), J. Mayorquín (FC-UNAM), J. Milgram (Univ. Stanford, EUA), H. Miller (MIT, EUA), J. Moore (Univ. Rochester, EUA), L. Montejano (IMAT-UNAM), G. Moreno (Cinvestav), R. Oliver (Univ. Aarhus, Dinamarca), G. Pastor (Cinvestav), S. Priddy (Univ. Northwestern, EUA), C. Prieto (IMAT-UNAM), E. Rees (Univ. Edinburgh, GB), E. Vallejo (ITAM) y S. Wilson (Univ. Johns Hopkins, EUA).

El Departamento de Biología Celular del Cinvestav, a través de su sistema de Video Científico y Tecnológico, ofrece su servicio de generación de gráficas animadas por computadora para ilustrar conceptos científicos y tecnológicos. La calidad obtenida en el Cinvestav con este medio es excelente, en algunos casos mejor que la obtenida en estudios de animación comerciales, y fue reconocida recientemente por la revista estadounidense *DeskTop Video World* en un artículo dedicado al diseño de gráficas animadas por computadora. En dicho artículo se reprodujo una serie de cuadros tomados de la animación que ilustra el proceso de división celular, y que fue realizado en el Cinvetav con dicho sistema de video. Esta animación fue realizada con una computadora AMIGA 2000 y los paquetes de gráficas tridimensionales *Lightwave 3D* y *Toasterprint* de la compañía Netwek.



Jesús Calderón Tinoco recibe apoyo del Fondo Charles A. Lindbergh

El Dr. Jesús Calderón Tinoco, investigador titular del Departamento de Biología Celular del Cinvestav, recibió apoyo económico del Fondo Charles A. Lindbergh, con sede en Minneapolis, EUA, para continuar con su trabajo de investigación sobre la "Identificación de la manera en que las amibas invaden tejidos y originan enfermedades". Este proyecto fue uno de los nueve seleccionados entre más de 200 solicitudes. Entre los proyectos premiados, el del Dr. Calderón es el único realizado por un investigador fuera de los EUA. Cada uno de los proyectos es apoyado con una cantidad de \$ 10,580 dólares, que representa el costo que tenía el monoplano *Spirit of St. Louis*, en el cual Charles Lindbergh realizó en 1927 el primer vuelo sin escalas Nueva York- París.



El VIII Coloquio Anual de Termodinámica se llevó a cabo en las instalaciones del Cinvestav el 3 de septiembre pasado. Este coloquio fue organizado por el Departamento de Química del Cinvestav y la Sociedad Mexicana de Termodinámica. La conferencia plenaria "Termodinámica de autoagregación" fue impartida por el Dr. Jorge Puig Arévalo, investigador de la Universidad de Guadalajara. Se presentaron 22 trabajos y participaron sesenta personas, provenientes de la UdeG, UNAM, IIE, IMP, ESQIE-IPN y del mismo Cinvestav.

El proyecto del Dr. Calderón contempla identificar dos de las principales formas en que las amibas causan enfermedades: cómo se adhieren a las células del intestino y cuál es su papel en la invasión del tejido sano. La amibiasis en México ocupa el cuarto lugar de causas de muerte, después del cáncer, la cirrosis y la tuberculosis. Se estima que en todo el mundo cerca de 75,000 personas mueren cada año por amibiasis y que alrededor de 50 millones están infectadas por amibas. El objetivo de las investigaciones realizadas por el Dr. Jesús Calderón Tinoco es buscar formas para controlar esta enfermedad en el futuro cercano.

Estudiantes del Departamento de Química reciben premios a las mejores tesis

En el concurso 1993 de las mejores tesis de licenciatura y maestría en el área de la termodinámica, convocado por la Sociedad Mexicana de Termodinámica, se otorgó el premio a la mejor tesis de maestría al M. en C. Aarón Rojas Aguilar, por su trabajo "Estudio calorimétrico del afecto anomérico en 1, 3-ditianos", y una mención especial al M. en C. Juan Antonio Guardado Pérez por su tesis "Una microbalanza de osciladores de cuarzo para la determinación de entalpías de sublimación por el método de efusión de Knudsen". Ambas tesis fueron presentadas en el Departamento de Química del Cinvestav bajo la dirección del Dr. Luis Alfonso Torres Gómez, jefe del mismo departamento.

Además, la Academia Mexicana de Química Inorgánica otorgó los Premios 1992 a las mejores tesis en esta especialidad a dos tesis de licenciatura y una de maestría dirigidas también por profesores del Departamento de Química del Cinvestav: "Síntesis de boratriazabiciclo(3.3.0)octanos y su estudio estructural por RMN multinuclear", M. en C. Antonio Rafael Tapia Benavides, asesora: Dra. Rosalinda Contreras; "Estudio de la reactividad del n5-pentadienil tricarbonilmanganeso y n5-hexadienil tricarbonilmanganeso frente a aminas primas", presentada por la química industrial Rosalina Sánchez Coyotzi en la Univ. Aut. de Tlaxcala, asesora: Dra. Angeles Paz Sandoval; "Síntesis y caracterización por RMN de ^1H , ^{13}C y ^{119}Sn de derivados diorganoestánicos (IV) de la N, N'-bis (o-Hidroxifenil) -1, 2-dimetiletendiamina", presentada por la química industrial Oliva Mora Tufiño en la Univ. Aut. de Puebla, asesores: Dr. Norberto Farfán y Dra. Teresa Mancilla.



El Dr. Héctor O. Nava Jaimes, investigador titular con licencia del Departamento de Ingeniería Eléctrica y exdirector del Cinvestav, fue elegido presidente de la Academia Nacional de Ingeniería. Actualmente el Dr. Nava Jaimes es subdirector de investigación aplicada del IMP.



Fe de erratas: En los créditos de la foto incluida en la portada del número julio-agosto de *Avance y Perspectiva*, las dos estructuras argirofílicas esféricas más prominentes son llamadas *placas* (seniles o neuríticas) y no *plaquetas* como se indicó. Asimismo, la estructura teñida que aparece en la parte inferior izquierda de la foto es una lesión histopatológica llamada *maraña u ovillo neurofibrilar* y no *centros neurofibrilares* como se había especificado. La técnica de tinción utilizada para tomar la foto no es fluorescente, sino de impregnación argéntica modificada de Bielschowsky, que es utilizada en cortes de parafina de tejido cerebral de un caso asociado a la enfermedad de Alzheimer. Agradecemos estas aclaraciones al Dr. Raúl Mena López y dirigimos al lector a su artículo publicado en este mismo número de *Avance y Perspectiva* para más detalles al respecto.

Graduados entre mayo y agosto de 1993

Maestros en Ciencias

Especialidad en Biología Celular

Erasmus Negrete Abascal. 4 de mayo. Proteasas de secreción de *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotipo. 1. Caracterización parcial. Asesora: Dra. Guadalupe Mireya de la Garza Amaya.

Francisco García Sierra. 7 de junio. Participación de citoesqueleto de actina en el transporte citoplásmico de organelos en células de *Capsicum chinense*. Asesor: Dr. Arriano Eugenio Benito Frixione Garduño. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Guadalupe Reyes Cruz. 23 de junio. Identificación de proteínas de *Entamoeba histolytica* que se unen a actina-F. Asesora: Dra. Isaura Meza Gómez-Palacio. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Alejandro Marche Cova. 25 de junio. Estudio *in vitro* de la iniciación inducida por carcinógenos químicos en hepatocitos fetales de hamster con el anticuerpo anti-GST-. Asesor: Dr. Saúl Villa Treviño. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Alma Lilián Guerrero Barrera. 30 de junio. Presencia de proteínas relacionadas con actina en *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* y *Anabaena cylindrica*. Asesora: Dra. Guadalupe Mireya de la Garza Amaya. Se integró a la planta de profesores del CCH Vallejo.

Carlos Gerardo García Tovar. 30 de julio. Purificación del virus de la fiebre porcina clásica Hog Cholera Virus y preparación de anticuerpos monoclonales. Asesor: Dr. José Manuel Hernández Hernández. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Especialidad en Biotecnología

Martha Natalia Acosta Quijano. 11 de mayo.

Purificación y caracterización parcial de la -glucosidasa de *Cellulomonas flavigena*, cepa silvestre y PN-120. Asesora: Dra. Ma. Teresa Ponce Noyola.

Raúl Álvarez Venegas. 11 de junio. Efecto de la germinación sobre algunas propiedades nutritivas y bioquímicas en las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Asesor: Dr. Rutilo Castellanos Molina.

Oscar Noé Reboloso Padilla. 16 de julio. Elaboración de un producto fermentado tipo yogurt a base de leche de soya y leche de vaca. Asesor: M. en C. Carlos Cruz Mondragón. Se reintegró a la planta de profesores de la Univ. Aut. Agraria Antonio Narro.

Especialidad en Farmacología

María Soledad Castillo Méndez. 27 de julio. Caracterización del efecto analgésico y la disposición de la aspirina administrada sola y combinada con cafeína en la rata. Asesor: Dr. Francisco Javier Flores Murrieta.

María Guadalupe Aguilar González. 17 de agosto. Caracterización de las alteraciones causadas por exposición prolongada a trióxido de arsénico sobre el metabolismo del grupo hemo en cultivos primarios de hepatocitos. Asesores: Dr. Lamberto Tomás Mendoza Figueroa y Dr. Arnulfo Albores Medina.

Especialidad en Física

José Luis González Solís. 21 de mayo. Consecuencias físicas de las divergencias cuadráticas. Asesores: Dr. José Luis Lucio Martínez y Dr. Francisco Miguel Vargas Luna. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Alejandro Raúl Hernández Montoya. 4 de junio. Correlación de Bose-Einstein en el experimento E791 de blanco fijo y un estudio del efecto de la estructura del bosón en la función de corre-

lación. Asesor: Dr. Gerardo Antonio Herrera Corral. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Jesús Guillermo Contreras Nuño. 5 de agosto. Acoplamiento anómalo y el decaimiento H^{α} y Z. Asesores: Dr. Miguel Ángel Pérez Angón y Dr. J. Jesús Toscano Chávez. Continúa su doctorado en la Univ. de Dortmund, RFA.

Especialidad en Fisiología

Sergio Humberto Elenes Zepeda. 21 de junio. Efectos del pentobarbital y fenobarbital sobre las uniones comunicantes en los axones laterales del acocil. Asesor: Dr. Fidel Ramón Romero. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Ulises Meza Villanueva. 29 de junio. Regulación de canales iónicos en células hipofisarias GH3 por el factor de crecimiento epidérmico. Asesor: Dr. Gabriel Cota Peñuelas. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Juan Carlos Gomora Martínez. 5 de agosto. Control neural de la expresión de canales de calcio en células hipofisarias. Asesor: Dr. Gabriel Cota Peñuelas. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

Bertha Segura Alegría. 16 de julio. Efecto de la desnutrición neonatal sobre las propiedades funcionales del músculo esquelético de la rata. Asesor: Dr. Pablo Rudomín Zevnovaty. Se reintegró a la planta de profesores de la ENEP Iztacala, UNAM.

Especialidad en Ingeniería Eléctrica

Luis Roberto Gutiérrez Romero. 7 de mayo. Técnicas para el modelado de fractales. Asesor: Dr. Sergio Víctor Chapa Vergara.

María Concepción Ruiz Sánchez. 28 de mayo. Transferencia de llamada en radiotelefonía móvil celular basada en redes neuronales artificiales. Asesores: Dr. David Muñoz Rodríguez y M. en C. Felipe Gómez Castañeda. Es auxiliar de investigación en la Sección de Comunicaciones del Cinvestav.

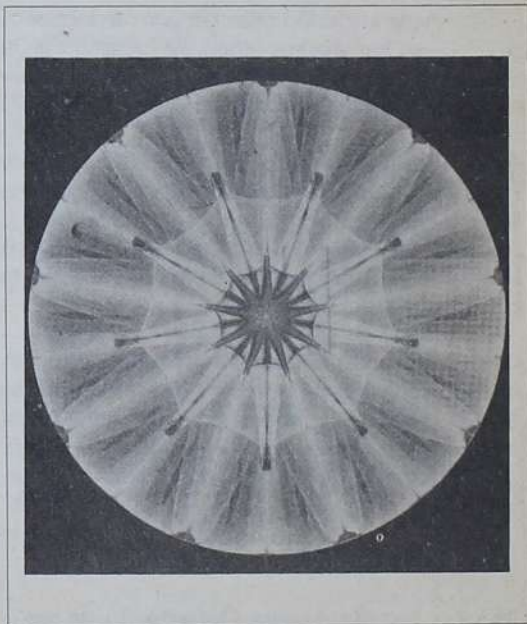
Rafael Baquero Salaqardova. 4 de junio. Asignación de la eigenestructura de los sistemas lineales. Asesor: Dr. Moisés Bonilla Estrada. Continúa su doctorado en el Cinvestav.

José Juan Rincón Pasaye. 9 de junio. Aplicación de técnicas de perturbaciones singulares a algunos problemas de control en sistemas no lineales. Asesores: Dr. Jaime Álvarez Gallegos y Dr. Rafael Castro Linares. Se reintegró a la planta de profesores de la UMSNH.

David Austreberto Solís Pacheco. 14 de junio. Herramientas de comunicaciones para *Microsoft Windows*. Asesor: Dr. Manuel Edgardo Guzmán Rentería. Se incorporó a la compañía TelMex.

Néstor Hernández Hostaller. 16 de julio. Desarrollo de una antena patrón para la medición de interferencias electromagnéticas en la banda de 20-200 MHz. Asesor: Dr. Hildeberto Jardón Aguilar. Se integró a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Carlos Garrido River. 30 de julio. Diseño de una interfaz U de acceso primario para la RDSI.



Asesor: M. en C. Carlos Edgardo Hirsch Ganievich.

Juan Luis Díaz de León Santiago. 10 de agosto. Algoritmos de esqueletización de imágenes digitales binarias. Asesora: M. en C. Petra Wiederhold Grauert de Matos.

Ricardo Velázquez Castañeda. 30 de agosto. Control de un sistema lineal de primer orden con parámetro variable en el tiempo utilizando una ley de control lineal con parámetros constantes. Asesor: Doctor Moisés Bonilla Estrada.

Israel García Ruiz. 27 de agosto. Desarrollo de un receptor de interferencias electromagnéticas para monitoreo del espectro en la banda de 30 MHz a 1000 MHz. Asesor: Dr. Hildeberto Jardón Aguilar.

Especialidad en Educación

María Eugenia Luna Elizarrarás. 31 de mayo. Los maestros y la organización del trabajo en el aula: los alumnos como referente básico. Asesora: M. en C. Ruth Mercado Maldonado. Es auxiliar de investigación en el DIE, Cinvestav.

Mauricio Andiñ Gamboa. 9 de agosto. La carrera de comunicación en Xochimilco, evaluación comprensiva del proceso curricular en una escuela de comunicación. Asesora: Dra. María de Ibarrola Nicolín. Se incorporó a la planta de profesores de la UAM-X.

Especialidad en Matemática Educativa

Severo Morán Olgún. 3 de mayo. Enseñanza-aprendizaje del álgebra simbólica: estudio experimental llevado a cabo con estudiantes de bachillerato. Asesor: M. en C. José Guzmán Hernández. Se reincorporó a la planta de profesores de la UAP.

Dora Santos Bernard. 9 de julio. El método de la entrevista clínica, su análisis bajo dos dimensiones: contenidos y discurso. Asesora: Dra. María Teresa Rojano Ceballos.

Libertad Sayago Vargas. 16 de julio. Acerca

de los *items* de evaluación para un curso introductorio de cálculo en las escuelas de ingeniería. Disertaciones y estrategias para su construcción: Asesor: M. en C. Antonio Rivera Figueroa. Se reincorporó a la planta de profesores de la UPLICSA.

Rodolfo Rodríguez Ford. 13 de agosto. Desarrollo de experiencias de aprendizaje vía micro-computadora. Asesor: M. en C. Carlos Armando Cuevas Vallejo. Se integró a la planta de profesores del Instituto Tecnológico de Chihuahua.

José Armando de León Solorzano. 31 de agosto. Una propuesta de texto para la enseñanza de los conceptos básicos de la estadística dentro del tronco común de la licenciatura en el área de Ciencias Sociales y Administrativas. Asesor: M. en C. Ignacio Garnica Dovala.

Pedro Castillo Catañón. 24 de agosto. Argumentos convincentes hacia la didáctica del cálculo. Asesor: Dr. Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza.

Leopoldo Zuñiga Silva. 25 de agosto. Competencia, cognición y currículo en precálculo en un ambiente gráfico: un acercamiento cualitativo a las funciones trigonométricas en el marco de la ingeniería didáctica. Asesora: Dra. Rosa María Farfán Márquez. Se integró a la planta de profesores del Tecnológico de Ecatepec.

Especialidad en Metalurgia no ferrosa

Juan Miguel Gómez Ramos. 30 de agosto. Nitrogenación y evaluación de una aleación Co-Cr-Mo. Asesores: M. en C. José Concepción Escobedo Bocardo y Dr. Juan Manuel Méndez Nonell.

Especialidad en Biotecnología de plantas

María Patricia Georgina Sánchez Alonso. 29 de julio. Análisis de elementos estructurales de cromosomas de *U. maydis*. Asesor: Dr. Plinio Antonio Guzmán Villate.

Candelario Vázquez Cruz. 30 de julio. Integración cromosómica, amplificación y expresión en *B. Subtilis* de genes *cryIA* que codifican la endotoxina de *B. Thuringiensis*. Asesora: Dra.

Gabriela Olmedo Alvarez.

Especialidad en Física aplicada

Alvaro Zapata Navarro. 21 de junio. Preparación y caracterización de películas delgadas de CdTe:O crecidas por RF-Sputtering. Asesor: Dr. Juan Luis Peña Chapa. Continúa su doctorado en la Unidad Mérida del Cinvestav.

Martín Guadalupe Zapata Torres. 21 de junio. Estructura y estequiometría de películas delgadas de CdTe crecidas por la técnica CSVT-HW. Asesor: Dr. Juan Luis Peña Chapa. Continúa su doctorado en la Unidad Mérida del Cinvestav.

Doctores en Ciencias

Especialidad en Biología Molecular

Luis Marat Alvarez Salas. 21 de junio. Análisis funcional de la región control del pailomavirus humano tipo 18 (HPV 18). Asesor: Dr. Juan Patricio Gariglio Vidal.

Blanca Patricia Ayala Encinas. 19 de julio. Bases moleculares y fisiológicas de la multiresistencia a drogas en *Entamoeba histolytica*. Asesora: Dra. María Esther Orozco Orozco.

Especialidad en Farmacología

Guadalupe Clea Villanueva López. 28 de mayo. Papel del óxido nítrico en el choque hemorrágico experimental en ratas. Asesores: Dr. Enrique Hong Chong y Dr. José Luis Jorge Arnezcuca Gastélum. Continúa su entrenamiento posdoctoral en el Institute of Animal Behavior, Nueva Jersey, EUA.

Lisbeth Enith Gómez Martínez. 3 de junio. Estudios farmacocinéticos preclínicos del nuevo anticonvulsivante D,L-3-hidroxi-3-etil-3 fenilpropionamida (HEPP). Asesor: Dr. Pedro Alberto Lehmann Feitler. Se reincorporó a la planta de profesores de la Escuela Médico Militar.

Especialidad en Física

Juan Bautista Flórez Moreno. 25 de mayo.

Modelo $[SU(6)]_3 \times Z_3$, decaimiento del protón y evolución de las constantes de acoplamiento. Asesores: Dr. Amulfo Zepeda Domínguez y Dr. William Antonio Ponce Gutiérrez. Se reintegró a la planta de investigadores de la Univ. de Naviño, Colombia

Víctor José Sosa Villanueva. 23 de junio. Estudio de propiedades eléctricas y magnéticas de cerámicos y películas delgadas del superconductor $YBa_2Cu_3O_x$. Asesor: Dr. Juan Luis Peña Chapa. Se reincorporó a la planta de investigadores de la Unidad Mérida del Cinvestav.

José Mauricio López Romero. 20 de agosto. Cohomología y sucesiones espectrales en teorías de norma. Asesor: Dr. Miguel Socolovsky.

Especialidad en Matemática Educativa

Rosa María Farfán Márquez. 14 de mayo. Construcción de la noción de convergencia en ámbitos fenomenológicos vinculados a la ingeniería. Estudio de caso. Asesores: Dr. Carlos Imaz Jahnke y Dr. Fernando Antonio Hitt Espinosa. Se reintegró a la planta de investigadores del Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav.

Marta Elena Valdemoros Alvarez. 21 de mayo. La construcción del lenguaje de las fracciones y de los conceptos involucrados en él. Asesora Dra. Olimpia Figueras Mourut de Montepellier. Se reintegró a la planta de investigadores del Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav.

Ramón Sebastián Salat Figols. 24 de junio. Elaboración, prueba y análisis de un modelo infinitesimal del cálculo. Asesor: Dr. Carlos Imaz Jahnke. Se reintegró a la planta de investigadores de la ESFM-IPN.

Especialidad en Patológica experimental

Marco Antonio Sánchez Sánchez. 20 de julio. Organización génica de la tubulina en *Entamoeba histolytica*. Asesora: Dra. María Esther Orozco Orozco. Continúa su entrenamiento posdoctoral en la Univ. de Oregón de Ciencias de la Salud, EUA.



libros y revistas



El encanto de las superficies, Francisco Mejía Lira y José Luis Morán López, serie La ciencia desde México, Núm. 111, FCE, México, 1993

Rubén Barrera

Estamos aquí reunidos para recordar a un gran amigo y a un gran hombre: Francisco Mejía Lira. Y lo primero que podríamos preguntarnos es simplemente ¿quién fue Francisco Mejía Lira? Es muy claro que si buscamos una frase, un pensamiento, una idea que pudiera describir a ese fenómeno que fue Francisco, no encontraríamos una respuesta simple. Es muy claro también que si yo evoco a la memoria de todos aquellos que lo conocimos,

por ejemplo, la risa de Francisco, es muy posible que a todos los que conversamos y convivimos con él esta evocación traiga a nuestras mentes imágenes muy parecidas, imágenes muy vivas de esa sonrisa franca que se iba desenvolviendo pausadamente hasta llegar a la risa abierta y alegre. Y de la misma manera, cuando contemplamos esos trazos que dibujan su figura en el cartel en donde se anuncia esta ceremonia, todos aquellos que lo conocimos vemos ahí a Francisco, su gesto tan característico que nos hace recordarlo nitidamente con sólo unos cuantos trazos. Pero para todos aquellos que no lo conocieron o que sólo oyeron hablar de él va a ser imposible que compartan con nosotros ese mismo recuerdo de lo que era su risa o de lo que eran sus gestos. Los recuerdos más vivos de lo que él fue quedarán enterrados en ese espacio abstracto que ocupan las mentes y las emociones de los que estuvimos cerca de él, compartiendo con él parte de nuestros mismos recuerdos.

¿Cómo podríamos comunicarles a todos aquellos que sólo oyeron hablar de él o que sólo escucharon una anécdota sobre alguna de sus clases o conferencias, cómo fue Francisco Mejía? Es muy posible que para cada uno de los que estamos aquí y que convivimos con él, Francisco sea algo distinto. Por ejemplo, para José Luis Morán López, su gran amigo, los recuerdos de Francisco seguramente se entrelazarán con muchísimos otros recuerdos, de vivencias muy queridas, alegres o dolorosas, y que ninguno de nosotros estamos en la capacidad siquiera de imaginar. Para otros, al urgir en los confines de la memoria y tratar de rescatar alguna

imagen de él, recrearía una plática de café o alguna discusión en algún seminario; otros más quizá lo recordarán discutiendo vehementemente sobre política universitaria, y sus seres más queridos lo recordarán en aquella dimensión sublime del amor y del gozo. Cada quien tendrá imágenes distintas, por sus formas, por su nitidez, distintas por la carga emotiva que las envuelve y las hace recorrer todos los demás sentidos.

Pero, ¿cómo podríamos hoy aproximarnos a ese fenómeno tan especial que fue Francisco? Nos encontramos tal vez como se encontró Juan Preciado aquella mañana que quiso internarse al mundo fascinante y alegórico de Juan Rulfo y quiso averiguar y conocer quién fue su padre, quién fue Pedro Páramo. Y al entrar a ese mundo localizado en los confines de la realidad, le preguntó a Susana Renterías, a Fulgor Sedano y le preguntó a un mundo de personajes que convivieron con él ¿quién fue Pedro Páramo? Y en ese mundo etéreo las historias se recreaban, se volvían a recrear y se volvía a vivir lo que ya se había vivido y aquello que no debía volverse a vivir. Y Pedro Páramo no era una historia, ni dos ni tres, ni la composición misma de todas ellas. Era también los personajes mismos que relataban esas historias, era una parte y el todo de un mundo muerto plétórico de vida y de pasión.

Usando esta misma alegoría rulfiana, Francisco va a ser mi historia y la tuya y la de todos los demás, y en un cierto sentido va a ser y es ya parte de nosotros, de nuestros recuerdos, de nuestros pensamientos, de nuestras angustias. Ese fue su mundo y ese es ahora nuestro mundo. Y lo único que puedo hacer hoy, en esta ceremonia

El Dr. Rubén Barrera es investigador titular del Instituto de Física de la UNAM. Este texto fue presentado en el homenaje póstumo al Dr. Francisco Mejía Lira, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, julio de 1992.

dedicada a su memoria, a la memoria de un amigo que partió tan pronto, es abrir ante ustedes una ventana, mi ventana, al mundo fulgurante de Francisco y a través de esa ventana tratar, al menos por un momento, de recrear y de volver a vivir lo que ya no se puede volver a vivir. Para ello permítanme comenzar tratando de aclarar por qué llamo fulgurante al mundo de Francisco, ¿por qué me refiero a ese mundo como algo que brilla, que fulgura? Tal vez la manera más fácil de describirlo sería decir, simplemente, que para mí, Francisco creó un mundo que brillaba porque era un mundo que trató de apartarse de los valores asfixiantes de nuestros tiempos. ¿Qué quiero decir con esto? Tendría primeramente que aclarar lo que significa respirar en una atmósfera pesada y asfixiante como alegoría de nuestra forma de vida actual, y luego en qué sentido Francisco trató de crear un mundo, su mundo, con un aire más tenue y transparente y en un cierto sentido más brillante, en donde fuera posible respirar y vivir mejor.

Nuestro mundo actual nos empuja inexorablemente a una gran carrera, la carrera de la especialización. Es claro que de todas las opciones que nos brinda el amplísimo espectro del conocimiento humano tenemos que seleccionar una disciplina particular. Y es muy claro también que dentro de la riqueza temática de esa disciplina, tenemos que seleccionar un problema específico cuya solución nos mantendrá activos intelectualmente por algún tiempo. No podemos ni adentrarnos en todas las disciplinas ni plantearnos como programa de trabajo la solución de una serie de problemas desconexos. Eso lo entendemos todos. Lo que no empieza a ser tan claro es entender por qué el compromiso con un tema o con un problema nos obliga necesariamente a no poder disfrutar y mucho menos practicar otros temas de nuestra disciplina o incluso otros aspectos del conocimiento humano.

En nuestro tiempo no se estimula ni se aprecia la versatilidad; por el contrario, lo que más se estimula y aprecia es la eficiencia y la excelencia en aspectos cada vez más concentrados del quehacer humano. Así, en la competencia olímpica es mucho más apreciada la medalla de oro en los cien metros planos que la medalla de oro en el dodecatlón. Le damos mucho más valor al atleta más especializado que al más completo. Cuando en otros tiempos era precisamente al contrario: el atleta más completo era el más apreciado. Creo que esta alegoría la podemos extender a muchas otras actividades de la creatividad humana y es en ese sentido donde una carrera, una actividad, una vida tan especializada nos puede parecer asfixiante. Asfixiante porque nos impide respirar otros aires, disfrutar otros aromas, conocer la belleza de otras actividades.

Siguiendo con esta alegoría, podría entonces decir que para mí, Francisco era un atleta muy completo que desgraciadamente vio interrumpida su carrera a una edad muy temprana. Es precisamente ese equilibrio y esa versatilidad en distintas áreas del saber humano lo que hacía de Francisco Mejía un ser muy especial. Podíamos verlo en la mañana dando clase, comunicando el resultado de sus investigaciones en una sala de seminarios o atendiendo las consultas de sus estudiantes. Pero también podíamos escucharlo disertar sobre filosofía y literatura, dando cuenta de sus interminables lecturas sobre una gran diversidad de temas. Cuantas veces no lo escuchamos también cantar con partitura en mano, platicarnos sobre sus preparaciones para el maratón o salir a entregar su artículo más reciente para el periódico. Cuantas veces no supimos también de sus esfuerzos para integrar, en la ciudad de San Luis Potosí, un círculo de intelectuales en todas las áreas del saber con el fin de discutir los problemas más trascendentes de nuestra cultura o de disfrutar simplemente de

la actividad creativa. Sin embargo, las letras fueron sin lugar a dudas una de sus pasiones y en Francisco se combinaba el hombre de ciencias y el hombre de letras. Al pensar en este aspecto de la personalidad de Francisco, me vienen a la mente estas preguntas: ¿Es posible hacer literatura escribiendo sobre ciencia? Es posible humedecer la aridez del texto científico para dar lugar a un texto íntegramente literario en donde la temática siga teniendo el rigor del pensamiento científico? Pues bien, lo que nos mostró Francisco es que esto es posible y, además, que es posible hacerlo en nuestro idioma. Por desgracia, la muerte interrumpió muy tempranamente su carrera en este mundo ambivalente de las letras y la ciencia. Sin embargo, nos dejó una obra póstuma: *El encanto de las superficies*, que escribió en colaboración con José Luis Morán López, y que es, a mi parecer, la obra que inicia realmente un nuevo estilo dentro del ámbito de la divulgación científica. Francisco encontró cómo la literatura podía también florecer dentro de un terreno, considerado por muchos, como árido y difícil.

Escuchémoslo, por unos momentos hablemos de superficies. Abramos su libro y leamos el primer párrafo de la introducción: "Podemos imaginar la sorpresa de Aureliano Buendía, el de García Márquez, el de *Cien Años de Soledad*, cuando su padre lo llevó a conocer el hielo: sentir el aliento glacial, ver la claridad del crepúsculo despedazada en estrellas de colores por las infinitas agujas de hielo, pagar para tocarlo, oír a su padre afirmar que se trata del invento más grande del mundo, para luego retirarse con un recuerdo atesorado para siempre en la memoria. Con la mente encantada por la fuerza de la magia de un bloque de hielo que aparece por primera vez en tórridas latitudes, camina Aureliano mientras la mano que vivió la tersura y el frío del raro objeto es acuñada en su otra mano. Tiene que ser un recuerdo

único para aflorar frente al pelotón de fusilamiento.

"Preguntémos por la última vez en la que nuestra mente fue hechizada de una manera siquiera comparable a como lo fueron las de Aureliano y su padre José Arcadio. Si bien es cierto que en algún momento apareció en nuestras vidas la sorpresa que produce ver por primera vez un bloque de hielo, también es cierto que éste no es tan insólito en nuestra actualidad y que pronto dejamos de verlo con la necesaria curiosidad. O al menos dejamos de hacerlo hasta que García Márquez nos revive el hechizo de esa primera y lejana ocasión cuya historia duerme en alguna parte con otros recuerdos. Entonces podemos pensar en la superficie del hielo, en el intercambio de calor entre ella y la mano de Aureliano, en la magnífica sensación de tersura, en los efectos de la luz al cambiar los dominios de la atmósfera por los del hielo y los que se producen cuando vuelve del gélido sólido al aire, y en la continua fusión del bloque en un clima tropical. Decir que es un recuerdo que engloba experiencias que no son sino fenómenos de superficie pudiera parecer como saltar de los jardines de Semíramis a un albañal. Pero, ¿cuántas de nuestras experiencias dejan de incluir algo que pudiera llamarse fenómeno de superficie? Localicemos en el cajón de los recuerdos aquellos que obviamente fueron un fenómeno de superficie: una caricia; la aspereza de una prenda; los brillos de una gema; la pesada gota de lluvia que rueda lentamente por la mejilla de Jaromir Hladik..."

Y más adelante, en la apertura del capítulo II, "La superficie: ese ser imaginario", Francisco nos dice:

"En el prólogo a un bestiario, necesariamente incompleto, denominado *El libro de los seres imaginarios*, Jorge Luis Borges y Margarita Guerrero se disculpan por no incluir al príncipe Hamlet, ni al punto, la superficie y el hipercubo. Todo

esto nos lo dicen como parte del discurso en que nos anuncian que no todos los resultados de la imaginación de la Humanidad se incluyen en su libro. En un esbozo de doctrina del conocimiento, señalan Borges y Margarita Guerrero, que casi todo el universo debería aparecer en una obra completa que llevase el nombre de su libro. La inclusión de cada uno de nosotros estaría, tal vez, justificada. Lo intrigante: ¿qué quedaría afuera?

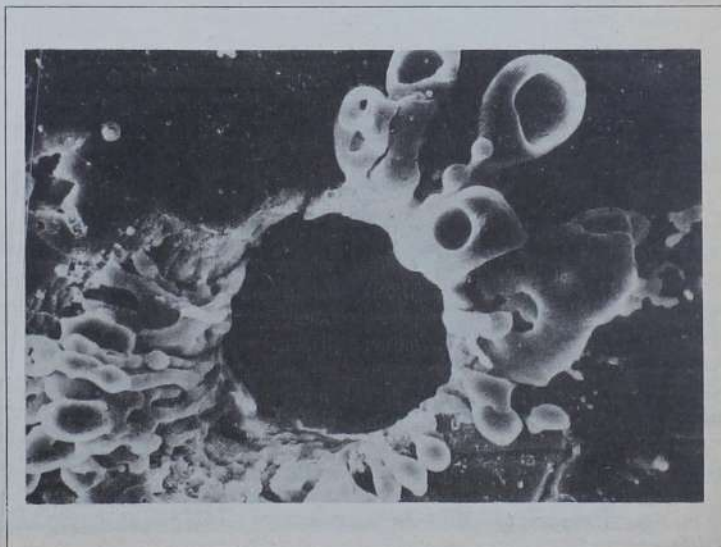
"Preferimos imaginar que Borges se refiere a la superficie de los matemáticos; ese ente que ellos representan en nuestro espacio de tres dimensiones con algo que muchas veces parece una sábana. Pero no tiene espesor, nos advierten de inmediato los señores matemáticos. De la misma manera, nos dicen, el punto no tiene extensión: *no hay puntos gordos*. Agreguemos la recta que se *extiende desde el infinito y va hasta el infinito* y casi es para sentirse frustrados por no tener un comentario borgiano de los imaginarios seres que son el punto, la recta y el hipercubo. Tendremos que vivir con la pregunta de cómo habría descrito Borges estos términos matemáticos tan serios. Las respuestas a estas inquietudes son

sólo el comienzo de la aclaración que pretendemos en este capítulo. Como se verá más adelante, las superficies varían dependiendo de lo que se quiera estudiar"

Y así Francisco nos transporta al mundo de las superficies de la mano con la literatura. Tiene un capítulo bellissimo y muy claro sobre la fusión superficial, después nos habla de los diamantes, de la superficie diamantina y los esfuerzos de Ulises, el de Eréndira, para sustraer esos bellos diamantes del seno de una naranja. El libro es realmente excelente. Lo más importante es que se nos habla también de microscopía digital y espectros Auger. En mi opinión el libro representa una nueva forma de presentar la ciencia, una forma, tal vez, que sólo Francisco podía haber iniciado.

Quisiera terminar mi homenaje a Francisco citando simplemente la dedicatoria de este mismo libro, que hace el coautor, José Luis Morán López:

Francisco:
El espacio
que dejas
es infinito
y multidimensional.





matices

Interiores

Jorge G. Hirsch

Cuando me siento fuerte, cuando soy optimista, la busco con pasión, con anhelo, con dulzura. Ella tiene el misterio de lo desconocido que exploro poco a poco; que entreveo en el delirio de la exaltación, y a veces creo comprender. Siento que con inspiración, con constancia, podré poseerla. Hay días en que me sueño, me siento soñado. Soy parte de un escogido, selecto clan: los que sí podemos, los que somos capaces. Y ella es mía por derecho propio, porque donde otros fracasan yo he sabido triunfar. Tengo algo que decir que nadie ha dicho.

Pero ¿realmente digo algo nuevo? ¿No es, en realidad, vino viejo en odres nuevos? ¿Acaso lo que hago es más que tratar de armar un mendrugo con las migajas que otros han dejado? Es difícil, es duro. Si mi inspiración no llega a conmovérmela, ¿debo seguir con terquedad, porque es mi camino, o estoy equivocado y busco en el vacío? ¿Debería quizás intentarlo de otra manera, o simplemente dejar de intentarlo? No sé si ya es casi mía, si nunca la tuve, si la tuve y la perdí; si me ama y no lo comprendo. No sé.

Cuando estoy cansado, cuando me siento golpeado, busco en otra el refugio seguro, la aceptación de lo que soy, la conocida rutina, donde lo que sé, lo que conozco, lo que me sale fácil y fluido, es suficiente. Es otro amor. Allí hay horarios, lugares fijos y bien determinados. Hay un cómo y un por qué. Pocas preguntas. Preguntas cuyas respuestas conozco. O quizás no, debo



N. Vergara López

bucear en su busca. Pero es un terreno conocido. Me tomo mi tiempo. Saboreo el redescubrimiento de cada respuesta que allí está, ya lo sé.

La otra me da nuevas respuestas, creyendo que ya las conozco. Somos una pareja desapareja. Más veces de las que quisiera, yo hablo y ella escucha. La siento crecer junto a mí. La amo cuando busca, cuando quiere crecer, conmigo o más allá de mí. Con cariño o sin él, por rutina, obligación o costumbre, cada uno hace su parte y

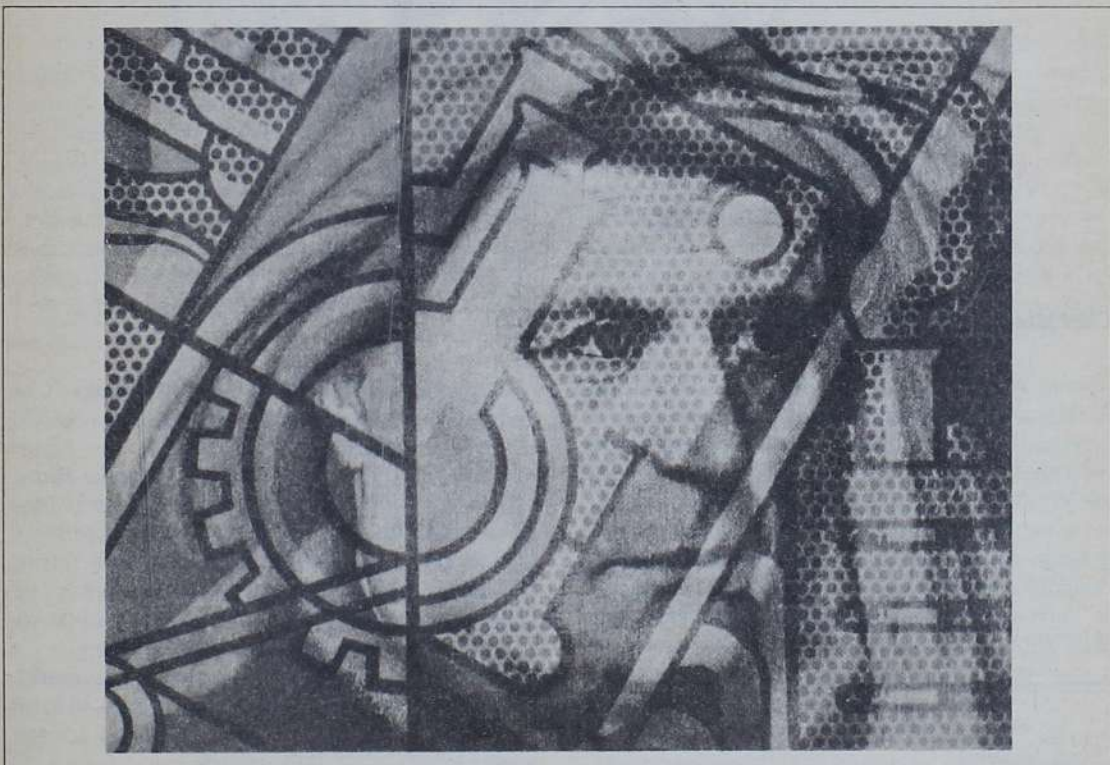
El Dr. Jorge G. Hirsch es investigador del Departamento de Física del Cinvestav.



al tiempo terminamos. Ya sabíamos que sería así, y no duele. Al menos, no duele mucho. Nunca nos engañamos. Ambos lo sabíamos y lo escogimos de esta manera.

La rutina contiene, sostiene, reafirma. La rutina aprieta, ahoga, aplasta. Vuelvo con la primera a buscar el desafío. Estoy vivo. Tengo fuerzas, tengo ganas de amar, ganas de disfrutar. Y vuelvo donde empecé. Pero en realidad nunca vuelvo sino que sigo adelante. Quisiera que fuera más tierna, que pudiera esperar lo que tengo para darle sin juzgarme a cada paso. Quisiera que hubiera menos vanidosos y presumidos a su alrededor. Pero quiero estar con ella. Lo demás es... otra cosa.

Una me hace gozar, y sufrir también. La otra me da paz, me contiene, pero es pasajera, y no sé... no me satisface. ¿Podré tenerlas a ambas? ¿Serán compatibles la investigación y la docencia?



Reivindicando a Marcelino Cereijido

¡Cómo pueden vilipendiar así a un mártir de la ciencia!



N. Vergara López

Germán D. Masllorens*

Apenas si llegué a estar un año en el laboratorio de Marcelino Cereijido, de aquello hace mucho tiempo, y desde entonces no tuve más nada que ver con la investigación científica, pero aún así me considero su discípulo, porque todavía hoy me guío por sus consejos. Me parece que todavía lo tengo delante de mí, tratando de entender mis protocolos, esforzándose por sacar algo en limpio de mis datos experimentales, quedándose perplejo ante mi forma de razonar, para después de

madura y sincera reflexión, aconsejarme: "Che Germancito, ¿por qué no te dedicás a otra cosa?"

Hoy, al enterarme de que Orlando Kirby, convertido en "Douglas Handsome", tiene el tupé de acusarlo de publicar datos ajenos (*Avance y Perspectiva* 12, 249, 1993), no puedo menos que salir a declarar que Marcelino Cereijido es incapaz de una felonía así, porque le basta y le sobra con sus propios datos. Quiero atestiguar, a través de una anécdota en la que ambos participamos, que posee incluso observaciones valiosas que jamás ha querido publicar, y que es además un verdadero mártir de la ciencia.

*Solventes Vegetales, S.A., O'Higgins 235, Dean Funes, Prov. de Córdoba, Argentina



Cuando él cursaba el quinto año de Medicina, yo apenas ingresaba al primero de Farmacia y Bioquímica. Pero no fue en la Universidad donde lo conocí, sino en el café de la calle Esmeralda, donde cantaba tangos apasionados y dulzones, hasta que una infausta enfermedad vino a tronchar su carrera musical, pues estuvo un mes en cama y, durante ese lapso, el dueño cayó en la cuenta de que cuando Cerejido no cantaba, la gente permanecía en el salón y seguía consumiendo.

Cuando me gradué, él acababa de regresar de su posdoctorado en Harvard, donde había causado una gran impresión (voló un tanque de ciclopropano) y dejado una marca imborrable (estrelló contra el piso un botellón de nitrato de plata). Le pedí ingresar a su laboratorio, me aceptó y comencé a ayudarlo. Eran años en los que se debatía la relación entre investigación básica y aplicada y, aunque él pensaba que todo el planteo era una falacia de politicistas y tecnócratas, puso las barbas en remojo, buscó una línea que fuera de claro interés nacional en un país agropecuario como la Argentina, y terminó por escoger un tema relacionado con la ganadería

y las feromonas. Recuerdo que, para iniciarme en el tema, me recomendó la lectura de los trabajos clásicos publicados por la escuela mexicana de Carlos Beyer y Gregorio Pérez Palacios.

Como hoy cualquier niño sabe, las hembras en celo exhalan feromonas que, llevadas por el viento, son olfateadas por los machos que experimentan un frenesí sexual de proporciones y vuelan a fecundarlas y, viceversa, los machos emanan feromonas que producen en las hembras cambios biológicos y conductuales rayanos en el frenesí desesperado. Algunos tipos de plantas tienen sustancias químicamente emparentadas con las feromonas animales, con las que atraen desde insectos hasta monos antropides, y consiguen que sean vehículos de propagación de sus semillas. Otra plantas sintetizan compuestos casi idénticos, pues apenas se diferencian por una doble ligadura o un grupo cetónico, pero que, paradójicamente, tiene una función diametralmente opuesta, pues repelen a los animales y evitan así que se las coman.

El objetivo de Cerejido era claro: usar feromonas para manejar químicamente al ganado. Con una sola estaca untada con feromona conseguía que los animales se mantuvieran como magnetizados en un parche de terreno. Por el contrario, pintaba una veintena de postes con una pasta que contenía compuestos repelentes, los clavaba en el suelo delimitando un redil, y con ese corral hecho a bajísimo precio y en un periquete, lograba retener toda una manada de vacunos, que no osaban atravesar tan eficiente barrera aromática.

Parece sencillo, pero había que ensayar diversas sustancias hasta encontrar las que atraerían solamente a los animales que nos interesaba, probar distintas concentraciones, diseñar vehículos que protegieran la degradación del compuesto activo, que permitieran una evaporación prolongada a lo largo de días, en fin, debíamos ajustar una multitud de factores.

De entrada le causé problemas. Cierta vez, Cerejido había movido mil influencias, hasta conseguir por fin que el director general de Industrias Agropecuarias viniera al campo experimental de

Coronel Brandsen, Provincia de Buenos Aires, para presenciar una demostración. Cereijido estaba ufano. Al señor director, a su comitiva y a las autoridades locales que atraídas por la presencia de ese personaje del gobierno central se aglomeraron a su alrededor, los ubicó al costado de un potrero donde pastaban unas sesenta reses desperdigadas. Cocitada la expectativa, Cereijido, como un mariscal que ordena el ataque de varias divisiones blindadas, me señaló gallardamente el centro del potrero, y hacia allí me encaminé, ostentosamente erguido, a clavar una estaca embadumada en su parte media, como si se tratara de la espada que funda y toma posesión de un nuevo continente.

Fue como llamar al diablo. Los animales huyeron despavoridos y una vaca Aberdeen Angus casi mata al sobrino del ministro de agricultura, que era parte de la comitiva del señor director general. Para quitarse de la estampida de las bestias desaforadas, los invitados tuvieron que huir hacia el charco que tenían a sus espaldas y hundirse hasta la cintura en el agua cenagosa y llena de bosta.

Mojados, tiritando de frío, empastelados de barro y estiércol, y con los zapatos inundados de agua mugrienta, los visitantes le indicaron a Cereijido el lugar exacto donde podría guardarse sus palos enfermonados, se marcharon enojadísimos, y recién cuando nos quedamos solos caímos en la cuenta de que yo me había confundido de frasco: en lugar de feromona, las había untado con un repelente que nosotros mismos habíamos extraído de *Diploxyton pampeanus*.

"¡Tanto aspaviento por un oxhidrilo!", bufé fastidiado, aludiendo a la única diferencia química entre ambas sustancias. Pero Cereijido no contestó. Es decir, no contestó de inmediato, pero sí lo hizo al día siguiente con su cálido paternalismo: "Che Germancito, ¿por qué no te dedicás a otra cosa?", me aconsejó.

Con todo, di por sentado que nuestras observaciones no morirían en un simple informe reglamentario para la Dirección General de Industrias Agropecuarias, sino que se publicarían en



Farm Technology o alguna otra revista por el estilo. No fue así. Esos datos se añejaron en una carpeta. Por eso sostengo que, si en algún momento el maestro estuviera urgido por publicar, tendría datos para dar y regalar.

El accidente que tuvimos en San Carlos de Bariloche fue incluso peor. Llevamos un frasco de feromona extraída de *Tuber melanosporum*, una trufa francesa de la región de Périgord, que atrae a los cerdos con el poder de un agujero negro sideral. Justamente, las cerdas usadas por los campesinos franceses para encontrar trufas enterradas hasta un metro de profundidad, las detectan porque contienen la mismísima feromona que segregan los machos.

La idea de Cereijido no era mala: uno de los problemas de los campesinos de la provincia del Neuquén es que cada tanto se les escapan los cerdos hacia los montes y no los vuelven a recuperar. Se le ocurrió clavar una hilera de estacas untadas con feromona, que fuera desde el interior del bosque hasta el potrero del dueño, esperando que los animales la siguieran y pudieran ser recapturados.

Tapé el tubo con Parafilm, lo coloqué en su mochila, y nos fuimos cerro arriba hasta el corazón del bosque para instalar la tienda de campaña. Cereijido fue a dar un rodeo para inspeccionar la zona, y yo me quedé clavando grampones, atando tiros y desplegando las solapas y sobretechos de la carpa.

"Siento la espalda empapada", me comentó como al descuido al regresar. Pero al escucharse, se percató de que se había volcado la feromona. Su cara cobró una expresión de verdadero pavor y se quitó la ropa como el rayo. Ya estaba completamente desnudo y se agachaba para quitarse los calcetines, cuando apareció a sus espaldas un oso pardo descomunal. Avanzó parado en sus patas posteriores, se abalanzó sobre Cereijido y yo, a pesar del pánico que me agarrotaba las piernas, conseguí volar hacia la carpa a buscar el rifle.

Cuando retomé, arma en mano, constaté que el oso estaba terriblemente enardecido, pero que sus intenciones no eran para nada asesinas. Por el contrario. ¡Pobre Cereijido! Su extravismo convergente data de aquel percance. Regresamos a Buenos Aires muertos de cansancio, sobre todo él que hizo el viaje de pie en el pasillo del tren: mil trescientos diecinueve kilómetros en los que no me dirigió la palabra.

Yo estaba tenso y abochomado. "¡Maldito Parafilm!" lamentaba en un intento para mostrarle solidaridad y remordimiento. Nada, me ignoraba. "Tiene usted razón: la investigación aplicada no tiene sentido..." declaré, plegándome a las posiciones que siempre le había oído defender, "...pues en ciencia los *break-through* nos llegan por donde menos sospechamos". Nada, ninguna respuesta. Cereijido seguía de pie, cabizbajo y en completo mutismo. "Bueno, al menos hemos descubierto que esa feromona no es específica para los cerdos..." agregué dicharachosamente para romper el hielo y señalar el lado bueno del percance. Nada, no respondió. "Podríamos enviar un artículo para *Animal Behavior*..." propuse. Nada. Cereijido parecía una momia sobrecogida por el infortunio.

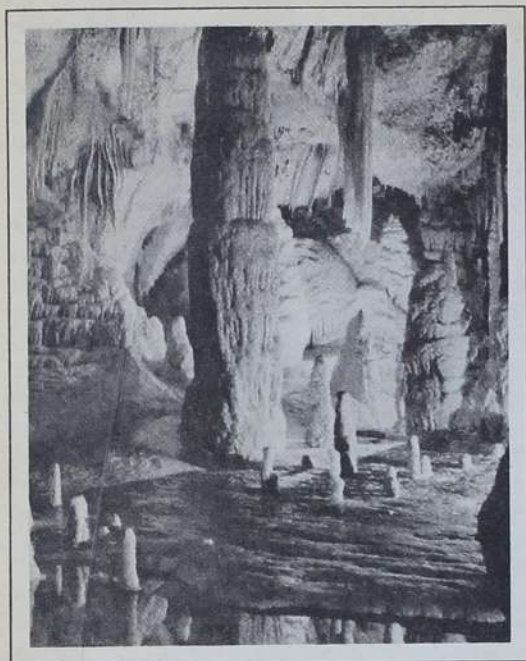
Y por más que yo necesitara de alguna publicación para renovar mi beca, el maestro jamás

redactó una línea sobre el efecto de aquella feromona sobre el oso pardo. Una vez me animé a preguntarle si acaso el número de observaciones le parecía demasiado bajo. No me contestó, pero al rato me llegó su voz serena y amiga: "Che Germancito, ¿por qué no te dedicás a otra cosa?", sugirió.

Que quede claro entonces que Cereijido es un dolorido mártir de la ciencia, que posee un verdadero tesoro de observaciones no publicadas, y que por lo tanto no necesita robarle datos científicos a nadie. Por eso es que cuando leo el artículo reivindicatorio publicado en *Avance y Perspectiva* por Hörvat, López-Serrador, la combativa doctora Mastrantonio y el colorado Ziperovich (12, 307, 1993), y me entero de que mi querido maestro es vilmente atacado por un Orlando Kirby que se escuda tras el seudónimo de "Douglas Handsome", no puedo menos que sumar mi testimonio al impostergable desagravio a su persona.

¡Quién hubiera sospechado tanta deslealtad de una persona como Orlando Kirby! Si era tan recatado que hasta cuando se colectaban firmas para publicar una declaración de protesta contra el gobierno, él no estampaba su propio nombre, sino que con toda humildad escribía el de alguna otra persona. Si era tan modesto, que cuando enviaba un cheque de contribución para los presos políticos, prefería permanecer en el digno anonimato y tampoco lo firmaba con su nombre.

Pero creo que si bien el artículo de "Douglas Handsome" es poco menos que una canallada, tampoco el de Hörvat y colaboradores cuenta la cosal tal y como sucedieron. No dice, por ejemplo, que los investigadores brillantes que se marchaban al exilio eran reemplazados en sus cargos directivos por personajes de menor nivel, que garantizaban además una línea política conformista. De pronto las instituciones no estuvieron en condiciones de evaluar realmente las grandes preguntas, las grandes ideas, los grandes proyectos, reconocer la riqueza conceptual de un filón que se acababa de abrir, sin importar que el investigador tuviera veintinueve años ni fuera jefe de nada. Desaparecieron gradualmente las solicitudes y los informes de un par de páginas, y en su



lugar crecieron los expedientes de gruesos biblioratos atiborrados con nombres, edades, enumeración de premios y cargo institucionales, con medidas de los laboratorios, nombres de colaboradores, certificados de estudio, cartas de trabajo, congresos a los que se había asistido, calendariaciones.

Y, claro, entre los más afectados estuvieron los miembros del "Douglas Handsome", o "Los Bourbaki Criollos", como los llamó un periodista de *El Cronista Cotidiano*. "No han demostrado independencia", sentenció un dictamen. "No hay evidencia de que cada uno de los Douglas Handsome sea capaz de trabajar en forma aislada", declaró otra comisión. De nada valió que los grupos interdisciplinarios, que ya eran muchos, elevaran sus voces de protesta; de pronto, para defender sus sueldos, los investigadores tuvieron que aislarse para trabajar como en el Siglo XIX, y las instituciones no evaluaron nada: simplemente contaron *papers*.

Entonces Orlando Kirby, en pleno berrinche, publicó una verdadera bomba que apareció en el número de *Ciencia y Cultura*. Primero enume-

raba una serie de proyectos que, a pesar de ser de vital importancia, no podrían ser encarados por investigadores aislados: manejar un acelerador de varios kilómetros de radio, estudiar la cuenca del Río Paraná, analizar la evolución de los suelos de la Llanura Pampeana, encontrar las bases moleculares de enfermedades endémicas, etc. Lo grave es que citó, con nombre, apellido y referencia bibliográfica, instancias en las que se forzaba a la comunidad científica a investigar de modo que se pudiera *contabilizar* la actividad de cada investigador, no a evaluar ni a favorecer el desarrollo de la ciencia.

La respuesta no se hizo esperar: Orlando Kirby no fue promovido, renunció, el resto de los "Douglas Handsome" no se solidarizó, el tipo los mandó a freir buñuelos, aceptó una posición en Nueva York y *entonces sí* ocurrió lo que cuentan Hörvat y colaboradores en el artículo de *Avance y Perspectiva* de 1993, 12, 307.

Aclarado este detalle, sólo me resta reconocer con toda honestidad que el consejo de Cerejido de que me dedicara a otra cosa no ha caído en saco roto, pues un par de años antes de que él se integrara al grupo "Douglas Handsome" yo ya había abandonado la investigación de feromonas y extractos vegetales, y había decidido emplear mis conocimientos de fitoquímica en la explotación industrial de los bosques. Comencé con la venta del aguarrás que extraigo de los árboles, y llegué a montar una próspera industria de solventes y a convertirme en dueño de un pinar de mil setecientas hectáreas. Para hacer esta pequeña fortuna he recurrido a un secreto empresarial que nunca falla: comencé con una más grande que me había legado mi padre.

Gracias al sabio consejo de Cerejido me libré de los sueldos de hambre, de los informes iterativos, extensos y pueriles, de las evaluaciones puntillosas, y hasta me salvé de los exilios que torturaron la vida de compañeros más dotados para la tarea científica, que para poder continuar en la investigación tuvieron que emigrar al extranjero.

¡Gracias, maestro Cerejido! Doy fe que usted siempre ha sido el científico sufriente que mira hacia adelante, suceda lo que suceda. ☸

Índice del volumen 12

Índice de materias

Biología marina

El posgrado en biología marina del Cinvestav, <i>Dalila Aldana Aranda</i>	17
Arrecife Alacranes, <i>Dalila Aldana Aranda</i>	141
Los ecosistemas: naturaleza sin fronteras, <i>Eduardo Batllori Sampetro</i>	189

Biotecnología

Cultivos microbianos de alta densidad: recicló de microorganismos, <i>Antonio R. Navarro</i>	287
Necesitamos más y mejor ciencia, <i>Octavio Paredes López</i>	297

Ciencias biológicas

Carlos Fernández Tomás: semblanza, <i>Cecilia Montañez</i>	29
Carlos Fernández Tomás, campañero y amigo, <i>Rubén López Revilla</i>	31
Carlos Fernández Tomás, el maestro, <i>José Tapia Ramírez</i>	34
E. Krebs y E. Fischer: biochemistry is well and alive (Premio Nobel 1992), <i>Marta Susana Fernández</i>	44
Dos pioneros de la modificación de proteínas (Premio Nobel 1992), <i>Samuel Zinker</i>	47
Biología molecular de parásitos, <i>Esther Orozco</i>	113
XII Seminario sobre amibiasis, <i>Esther Orozco</i>	233

Desarrollo institucional

Educación y conocimiento, eje de transformación productiva con equidad, <i>María de Ibarrola</i>	58
Investigadores extranjeros en el Cinvestav. <i>Arturo González Pérez</i>	57

Desarrollo tecnológico

CMIMSA: en busca del círculo virtuoso, <i>Carlos Chimal</i>	3
Retos de la Ciencia y la tecnología en México, <i>Ciro Falcony</i>	117
Crecimiento epitaxial de GaAs: generación de conocimientos, patentes y su explotación comercial, <i>Jaime Mimila Arroyo</i>	185

Distinciones académicas

Julio G. Mendoza Alvarez: amplia competencia internacional, <i>Feliciano Sánchez Sinencio</i>	42
E. Krebs y E. Fischer: biochemistry is well and alive (Premio Nobel 1992), <i>Marta Susana Fernández</i>	44
Dos pioneros de la modificación de proteínas (Premio Nobel 1992), <i>Samuel Zinker</i>	47
G. Charpak: detectores de partículas (Premio Nobel 1992), <i>Gerardo Herrera Corral</i>	49
R. A. Marcus: transferencia electrónica (Premio Nobel 1992), <i>Bárbaro Gordillo</i>	52
Hugo Aréchiga, Premio Nacional de Ciencias 1992	122
Premios A. Rosenblueth 1989-1990	121
Líderes en formación de investigadores	121
Pablo Rudomín en El Colegio Nacional	169

Jerzy Plebański, Cátedra Patrimonial	170
Hortensia González Gómez, Premio Weizmann 1992	171
Jesús Claderón Tinoco, Fondo Ch. Lindberg, Concurso de nuevos libros de texto	293

Educación

Educación y conocimiento, eje de la transformación productiva con equidad, <i>María de Ibarrola</i>	58
Libros de texto: algunas pautas para su elaboración y evaluación, <i>Juan Manuel Gutiérrez Vázquez</i>	173
Los procesos de titulación en México, <i>J. Eliezer de los Santos Valdez</i>	299
Dos proyectos del DIE ganan el concurso de nuevos Libros de texto de la SEP	293
Nuevos libros de texto: para tomar la palabra, el de Español, <i>Gerardo Moncada</i>	352

Evaluación académica

A propósito del SNI: ayudar es la palabra, <i>Santiago Genovés</i>	25
Sistemas de incentivos a la investigación: el caso mexicano, <i>María de Ibarrola</i>	147
Nuestra comunidad científica debe crecer en número y calidad, entrevista a Hugo Aréchiga	155
A despropósito del SNI, <i>Carlos Imaz J.</i>	165
Algunas dificultades en la evaluación de los científicos sociales, <i>Guillermo de la Peña</i>	221
Se integran las comisiones dictaminadoras del SNI	294

Física

Julio G. Mendoza Alvarez: amplia competencia internacional, <i>Feliciano Sánchez Sinencio</i>	42
G. Charpak: detectores de partículas (Premio Nobel 1992), <i>Gerardo Herrera Corral</i>	49
W.E. Henry: un clásico del magnetismo, <i>Francisco H. Salas</i>	54
Proceedings of the IV Mexican School of Particles and Fields, Workshop on High Energy Phenomenology, <i>Lorenzo Díaz Cruz</i>	56
La décima dimensión, de Jeremy Bernstein, <i>Pedro González Mozuelos</i>	58
El alfabeto griego de los físicos, <i>Sheldon L. Glashow</i>	63
Física experimental de altas energías, presentación, <i>Gerardo Herrera Corral</i>	81
Los nuevos cazadores de partículas, <i>Carlos Chimal</i>	87
El Barión Λ^0 , <i>Julián Félix Valdez</i>	95
Una experiencia de verano en el CERN, <i>Guillermo Contreras y Leonel Magaña</i>	101
E791, un experimento para observar la transformación de materia en antimateria, <i>Gerardo Herrera Corral</i>	105
Los superconductores de alta temperatura, <i>Carlos Chimal, Víctor Sosa</i>	237
Realidad de las fuerzas ficticias, <i>Víctor Sosa</i>	243
Bosones de Higgs: el enigma de la masa, <i>Miguel Ángel Pérez Angón</i>	273
El encanto de las superficies, de F. Mejía Lira y	

J.L. Morán, <i>Rubén Barrera</i>	369	Los primeros 50 años de El Colegio Nacional, <i>Adolfo Martínez Palomo</i>	213
Homenajes		De ciencia y tecnología, y la lucha de la bestia y el buen salvaje, <i>Feliciano Sánchez Sinencio</i>	283
Carlos Fernández Tomás: homenaje póstumo	29	Necesitamos más y mejor ciencia, Octavio Paredes López	297
Semblanza, <i>Cecilia Montañez</i>	31	Sociedad de alumnos del Cinvestav, <i>Ricardo Félix, Manuel Rosales</i>	358
Compañero y amigo, <i>Rubén López Revilla</i>	34	Química	
El maestro, <i>José Tapia Ramírez</i>	34	Moléculas vivientes, <i>Angelina Flores Parra</i>	9
Los primeros 50 años de El Colegio Nacional, <i>Adolfo Martínez Palomo</i>	213	R.A. Marcus: transferencia electrónica (Premio Nobel 1992), <i>Bárbara Gordillo</i>	52
Homenaje póstumo a Francisco Mejía Lira, <i>Rubén Barrera</i>	369	Historias del oro, <i>Robert Wolf y Rosalinda Contreras</i>	267
Ingeniería y tecnología		Estudiantes del Departamento de Química reciben premios a las mejores tesis	364
Crecimiento epitaxial de GaAs: generación de conocimientos, patentes y su explotación comercial, <i>Jaime Mimila Arroyo</i>	185	Teoría de la ciencia	
Celdas solares: energía del futuro en el presente, <i>Yasuhiro Matsumoto</i>	259	Investigación disciplinaria y enfoque sistémico, <i>Guy Duval</i>	67
Matemáticas		La ciencia en la sociedad: una relación inestable, <i>Adolfo Martínez Palomo</i>	131
60 Aniversario de Samuel Gitler	362	Reflexiones sobre la ciencia y sus aplicaciones, <i>Héctor Mancha Molinar, Francisco Cepeda Tijerina</i>	215
Matices		De la ciencia y la tecnología, y la lucha de la bestia y el buen salvaje, <i>Feliciano Sánchez Sinencio</i>	283
El alfabeto griego de los físicos, <i>Sheldon L. Glashow</i>	63	Índice de autores	
Los ecosistemas: naturaleza sin fronteras, <i>Eduardo Batllori Sampedro</i>	189	A	
Llegaron las computadoras, <i>Guadalupe Díaz Tepepa</i>	254	Aldana Aranda, Dalila, <i>El posgrado en biología marina del Cinvestav</i>	17
Marcelino Cerejido y sus patrañas, <i>Douglas Handsome</i>	249	<i>Arrecife Alacranes</i>	141
Reivindicación de Marcelino Cerejido, <i>Armando Hörvat, Anibal López Serrador, Noemí Mastrantonio y Bension Ziperovich</i>	307	B	
Reivindicando a Marcelino Cerejido, <i>Germán D. Masllorens</i>	374	Barrera, Rubén, <i>El encanto de las superficies, de F. Mejía Lira y J.L. Morán</i>	369
Un cuento de científicos para economistas, <i>Arturo Morales Acevedo</i>	313	Batllori Sampedro, Eduardo, <i>Los ecosistemas: naturaleza sin fronteras</i>	186
Interiores, <i>Jorge G. Hirsch</i>	372	C	
Neurociencias		Cepeda Tijerina, Francisco, <i>Reflexiones sobre la ciencia y sus aplicaciones</i>	215
Nuestra comunidad científica debe crecer en número y calidad, entrevista a Hugo Aréchiga	155	Contreras, Guillermo, <i>Una experiencia de verano en el CERN</i>	101
Mecanismos de control de la información sensorial en el sistema nervioso central de los vertebrados, <i>Pablo Rudomín</i>	195	Contreras, Rosalinda, <i>Historias del oro</i>	267
Pablo Rudomín en El Colegio Nacional, <i>José Sarukhán</i>	207	CH	
La enfermedad de Alzheimer, <i>Raúl Mena López y Herlinda Rivera Rosas</i>	323	Chimal, Carlos, <i>CMIMSA: en busca del círculo virtuoso</i>	3
Para inventar la mente, <i>Oliver Sacks</i>	335	<i>Los nuevos cazadores de partículas</i>	87
Política Científica		<i>Los superconductores de alta temperatura</i>	237
Educación y conocimiento, eje de la transformación productiva con equidad, <i>María de Ibarrola</i>	58	D	
Retos de la ciencia y la tecnología en México, <i>Ciro Falcony</i>	117	De Ibarrola, María, <i>Educación y conocimiento, eje de la transformación productiva con equidad</i>	58
Apoyo de la SEP al Cinvestav	121	<i>Sistemas de incentivos a la investigación: el caso mexicano</i>	147
La ciencia en la sociedad: una relación inestable, <i>Adolfo Martínez Palomo</i>	131	De la Peña, Guillermo,	
Sistemas de incentivos a la investigación: el caso mexicano, <i>María de Ibarrola</i>	147		
Nuestra comunidad científica debe crecer en número y calidad, entrevista a Hugo Aréchiga	155		

<i>Algunas dificultades en la evaluación de los científicos sociales</i>	221	López Serrador, Anibal, <i>Reinvidicación de Marcelino Cerejido</i>	307
De los Santos Valdez, J. Eliézer, <i>Los procesos de titulación en México</i>	299	M	
Díaz Cruz, Lorenzo, <i>Proc. IV Mexican School of Particles and Fields, Workshop on High Energy Phenomenology</i>	56	Magaña, Leonel, <i>Una experiencia de verano en el CERN</i>	101
Díaz Tepepa, Guadalupe, <i>Llegaron las computadoras</i>	254	Manchar Molinar, Héctor, <i>Reflexiones sobre la ciencia y sus aplicaciones</i>	215
Duval, Guy, <i>Investigación disciplinaria y enfoque sistémico</i>	67	Martínez Palomo, Adolfo, <i>La Ciencia en la sociedad: una relación inestable</i>	131
F		<i>Los primeros 50 años de El Colegio Nacional</i>	213
Falcony, Ciro, <i>Retos de la ciencia y la tecnología en México</i>	117	Masllorens, Germán D., <i>Reinvidicando a Marcelino Cerejido</i>	374
Félix, Ricardo, <i>Sociedad de alumnos del Cinvestav</i>	358	Mastrantonio, Noemí, <i>Reinvidicación de Marcelino Cerejido</i>	307
Félix Valdez, Julián, <i>El barión Λ^0</i>	95	Matsumoto, Yasuhiro, <i>Celdas solares: energía del futuro en el presente</i>	259
Fernández, Marta Susana, <i>E. Krebs y E. Fischer: biochemistry is well and alive</i>	44	Mena López, Raúl, <i>La enfermedad de Alzheimer</i>	323
Flores Parra, Angelina, <i>Moléculas vivientes</i>	9	Mimila Arroyo, Jaime, <i>Crecimiento epitaxial de GaAs: generación de conocimientos, patentes y su explotación comercial</i>	185
G		Moncada, Gerardo, <i>Nuevos libros de texto: para tomar la palabra, el de Español</i>	352
Genovés, Santiago, <i>A propósito del SNI: ayudar es la palabra</i>	25	Montañez, Cecilia, <i>Carlos Fernández Tomás: semblanza</i>	29
Glashow, Sheldon L., <i>El alfabeto griego de los físicos</i>	63	Morales Acevedo, Arturo <i>Un cuento de científicos para economistas</i>	313
González Mozuelos, Pedro, <i>La décima dimensión, de J. Bernstein</i>	58	N	
González Pérez, Arturo, <i>Investigadores extranjeros en el Cinvestav</i>	77	Navarro, Antonio R., <i>Cultivos microbianos de alta densidad: recicló de microorganismos</i>	287
Gordillo, Bárbara, <i>R.A. Marcus: transferencia electrónica</i>	52	O	
Gutiérrez Vázquez, Juan Manuel, <i>Libros de texto: algunas pautas para su elaboración y evaluación</i>	173	Orozco, Esther <i>Biología molecular de parásitos</i>	113
H		<i>XII Seminario sobre amibiasis</i>	233
Handsome, Douglas, <i>Marcelino Cerejido y sus patrañas</i>	249	P	
Herrera Corral, Gerardo, <i>G. Charpak: detectores de partículas</i>	49	Paredes López, Octavio, <i>Necesitamos más y mejor ciencia</i>	297
<i>Física experimental de altas energías, presentación</i>	81	Pérez Angón, Miguel Angel, <i>Bosones de Higgs: el enigma de la masa</i>	273
<i>E791, un experimento para observar la transformación de la materia en antimateria</i>	105	R	
Hirsch, Jorge G., <i>Interiores</i>	372	Rivera Rosas, Herlinda, <i>La enfermedad de Alzheimer</i>	323
Hörvat, Armando, <i>Reinvidicación de Marcelino Cerejido</i>	307	Rosales, Manuel, <i>Sociedad de alumnos del Cinvestav</i>	358
I		Rudomín, Pablo, <i>Mecanismos de control de la información sensorial en el sistema nervioso central de los vertebrados</i>	195
Imaz, J., Carlos, <i>A despropósito del SNI</i>	165	S	
L		Sacks, Oliver, <i>Para inventar la mente</i>	335
López Revilla, Rubén, <i>Carlos Fernández Tomás, compañero y amigo</i>	31	Salas, Francisco H.,	

<i>W.E. Henry: un clásico del magnetismo</i>	54	C	
Sánchez Sinencio, Feliciano,		Calderón Tinoco, Jesús,	
<i>Julio G. Mendoza Alvarez: amplia competencia internacional</i>	42	<i>Apoyo Fondo C.A. Lindbergh</i>	363
<i>De ciencia y tecnología, y la lucha de la bestia y el buen salvaje</i>	283	Carvajal, Alicia,	
Sarukhán, José,		<i>Concurso de libros de texto</i>	293
<i>Pablo Rudomín en El Colegio Nacional</i>	207	Casas Campillo, Carlos,	
Sosa, Victor,		<i>Premios Nacionales de Ciencias</i>	122
<i>Los superconductores de alta temperatura</i>	237	<i>El Colegio Nacional</i>	169
<i>Realidad de las fuerzas ficticias</i>	243	Castaños, Heriberta,	
T		<i>Fuga de talentos</i>	170
Tapia Ramírez, José,		Cerbón, Jorge,	
<i>Carlos Fernández Tomás, el maestro</i>	34	<i>Premio Nacional de Ciencias</i>	122
Z		Cerejido, Marcelino	
Zinker, Samuel,		<i>Premio Rosenblueth 1989</i>	122
<i>Dos pioneros de la modificación de proteínas</i>	47	<i>Líder en formación de investigadores</i>	122
Ziperovich, Bension,		<i>Comisiones SNI</i>	294
<i>Reinviación de Marcelino Cerejido</i>	307	Cisneros, Ma. del Carmen,	
Indice onomástico		<i>Comisiones SNI</i>	294
A		Clapp, M.,	
Aceves Ruiz, Jorge,		<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>Líder en formación de investigadores</i>	122	Cohen, F.,	
Adem, A.,		<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Cohen, R.,	
Adem Chain, José,		<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>Premio Nacional de Ciencias</i>	122	Contreras, Rosalinda,	
Aguilera Granja, Faustino,		<i>Comité científico, CIBQ</i>	362
<i>Miembro AIC</i>	170	<i>Premio AMQI</i>	364
Aguilar, M.,		Contreras Solorio, Armando,	
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	<i>Director EF-UAZ</i>	294
Aguilar Villanueva, Luis F.,		D	
<i>Comisiones SNI</i>	362	Davis, D.,	
Alba Andrade, Fernando,		<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>Comisiones SNI</i>	294	De Ibarrola, María,	
Antoniano, F.,		<i>Directora Fundación SNTE</i>	294
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Del Castillo Mussot, Marcelo,	
Aréchiga, Hugo,		<i>Miembro AIC</i>	170
<i>Premio Nacional de Ciencias 1992</i>	122	De Oliveira, Orlandina,	
Arellano Ostoa, Rogelio,		<i>Comisiones SNI</i>	294
<i>Premio Rosenblueth 1990</i>	122	Díaz Argüero, Celia,	
B		<i>Concurso de libros de texto</i>	293
Baquero Parra, Rafael,		Díaz Cruz, Lorenzo,	
<i>Miembro AIC</i>	169	<i>Miembro AIC</i>	169
Bendersky, M.,		Dold, A.,	
<i>60 aniversario de S. Gitler</i>	362	<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
Block, David,		E	
<i>Concurso de libros de texto</i>	293	Escudero Derat, Roberto,	
Bolívar Zapata, Francisco,		<i>Comisiones SNI</i>	295
<i>Premio Nacional de Ciencias 1992</i>	123	F	
Boyer, C.,		Falcony, Ciro,	
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	<i>Presidente SMCSyV</i>	123
Bracho, J.,		Farfán, Norberto,	
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	<i>Premio AMQI</i>	364
Brown, E.H.		Fernández Cabrera, David,	
<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	<i>Miembro AIC</i>	169
		Firmani Clementi, Claudio,	
		<i>Comisiones SNI</i>	295
		Friedlander, E.,	
		<i>60 aniversario S. Gitler</i>	362

Frixione Garduño, Eugenio <i>Editor de Ciencia y Desarrollo</i>	171	<i>Comisiones SNI</i>	294
Fuenlabrada, Irma, <i>Concurso de libros de texto</i>	293	Larios, Ma. del Carmen, <i>Concurso de libros de texto</i>	293
Fuentes Molinar, Olac, <i>Rector UPN, subsecretario de la SEP</i>	121	Latapí Sarre, Pablo <i>Comisiones SNI</i>	295
Fuentes Moyado, Sergio, <i>Comisiones SNI</i>	294	Lope Blanch, Juan Miguel <i>Comisiones SNI</i>	295
G		López Medrano, S., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
García Cantú, Rigoberto <i>Comisiones SNI</i>	295	Lomnitz, Cinna, <i>Comisiones SNI</i>	294
Genovés, Santiago, <i>Comisiones SNI</i>	295	M	
Gitler, Samuel, <i>Premio Nacional de Ciencias</i>	123	Mancilla, Teresa, <i>Premio AMQI</i>	364
<i>60 aniversario</i>	362	Mahowald, M., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>El Colegio Nacional</i>	169	Martínez Cadena, Ma. Guadalupe, <i>Miembro AIC</i>	170
Gómez Palacio, Gregorio, <i>Comisiones SNI</i>	294	Martínez Gómez, Lorenzo, <i>Comisiones SNI</i>	295
González Acuña, Francisco Javier, <i>Comisiones SNI</i>	294	Martínez Martínez, Roberto, <i>Premio TWAS 1992</i>	172
González Gómez, Hortensia, <i>Premio Weizmann 1992</i>	171	Martínez Palomo, Adolfo, <i>Premio Nacional de Ciencias</i>	123
González Mariscal, Lorenza, <i>Premio Rosenblueth 1989</i>	121	<i>El Colegio Nacional</i>	169
Gordillo, Bárbara, <i>Premio Rosenblueth 1989</i>	121	<i>Cátedra Patrimonial</i>	170
Guardado Pérez, Juan Antonio, <i>Premio SMT</i>	363	Martínez, Patricia, <i>Concurso de libros de texto</i>	293
Guarneros, Gabriel, <i>Líder en formación de investigadores</i>	122	Massieu, Guillermo, <i>Premio Nacional de Ciencias</i>	123
H		Matos Chasin, Tonatíuh, <i>Miembro AIC</i>	169
Harper, J., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Matute, Alvaro, <i>Comisiones SNI</i>	294
Hernández Calderón, Isaac, <i>Presidente SLCSyV</i>	123	Medina Noyola, Magdalena, <i>Premio Rosenblueth 1990</i>	122
Herrera Corral, Gerardo, <i>Beca Fulbright-García Robles</i>	121	Meza, Isaura, <i>Comisiones SNI</i>	294
<i>Apoyo del Fondo J. Zevada</i>	121	Micha, E., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>Miembro AIC</i>	169	Milgram, J., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
Herrera Estrella, Luis, <i>Apoyo ISAAA</i>	122	Miller, H., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
J		Montejano, L., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
James, I., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Mora Tufiño, Oliva, <i>Premio AMQI</i>	364
Jiménez Estrada, Ismael, <i>Premio Weizmann 1992</i>	172	Morales Ríos, Martha Sonia, <i>Miembro AIC</i>	169
Jiménez Sánchez, Leobardo, <i>Comisiones SNI</i>	295	Moreno, G., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
Joseph Nathan, Pedro, <i>Líderes en formación de investigadores</i>	122	Moore, J., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
<i>Premio Nacional de Ciencias</i>	123	Morán López, José Luis, <i>Comisiones SNI</i>	294
Juaristi, Eusebio, <i>Premio Rosenblueth 1989</i>	121	Muñoz Martínez, Julio, <i>Miembro AIC</i>	169
K		N	
Kaplan Efron, Marcos <i>Comisiones del SNI</i>	294		
L			
Lacomba Zamora, Ernesto Alejandro,			

Nava Jaimes, Héctor, <i>Presidente ANI</i>	363	<i>Premio Nacional de Ciencias</i>	122
Navarro, Laura Elena, <i>Concurso de libros de texto</i>	293	<i>El Colegio Nacional</i>	169
O		Rudomín, Pablo, <i>Premio Nacional de Ciencias,</i> <i>En el Colegio Nacional</i>	123 169
Ochoa Alejo, Neftalí, <i>Miembro AIC</i>	169	<i>Cátedra Patrimonial</i>	172
Oliver, R., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Ruiz Herrera, José, <i>Cátedra Patrimonial</i>	171
Ortega, L., <i>Concurso de libros de texto</i>	293	<i>Premio Nacional del Ciencias</i>	123
Ortega Pierres, Ma. Guadalupe, <i>Miembro AIC</i>	169	S	
P		Salazar Ibarquén, Humberto, <i>Director FCFM-UAP</i>	122
Palacios, Rafael, <i>Comisiones SNI</i>	294	Sánchez Coyotzi, Rosalina, <i>Premio AMQI</i>	364
Paredes López, Octavio <i>Presea Lázaro Cárdenas</i> <i>Comisiones SNI</i>	297 295	Sánchez Quintanar, Estela, <i>Comisiones SNI</i>	294
Pastor, G., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Sánchez Sesma, Francisco, <i>Comisiones SNI</i>	295
Paz Sandoval, Angeles, <i>Premio AMQI</i>	364	Sánchez Sinencio, Feliciano, <i>Líder en formación de investigadores</i> <i>Comisiones SNI</i>	122 294
Pérez Angón, Miguel Angel, <i>Premio TWAS 1992</i>	172	Seade, J., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
Pérez Tamayo, Ruy, <i>Comisiones SNI</i>	294	Shimada Miyasaka, Armando, <i>Comisiones SNI</i>	295
Plebañski, Jerzy, <i>Cátedra Patrimonial</i>	170	Singh Singh, Shri Krishna, <i>Comisiones SNI</i>	294
Priddy, S., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Suárez Díaz, Jorge, <i>Investigador emérito SNI</i>	293
Prieto, C., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	T	
Pung Arévalo, Jorge, <i>VIII Coloquio de Termodinámica</i>	363	Tapia Benavides, Antonio Rafael, <i>Premio AMQI</i>	364
R		Tapia, Ricardo, <i>Comisiones SNI</i>	294
Ramón, Fidel, <i>Premio Rosenblueth 1990</i>	122	Torres del Castillo, Gerardo, <i>Miembro AIC</i>	170
Ravenel, D., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Torres Gómez, Luis Alfonso, <i>Premio SMT</i>	364
Rees, E., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Torres Vega, Gabino, <i>Miembro AIC</i>	169
Reséndez Pérez, Diana, <i>Premio Weizmann 1992</i>	172	Toscano Chávez, J. Jesús, <i>Premio TWAS 1992</i>	171
Reyna, José Luis, <i>Comisiones SNI</i>	294	V	
Rickards Campbell, Jorge, <i>Comisiones SNI</i>	294	Vallejo, E., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
Rivaud, J.J., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362	Vázquez Yáñez, Carlos, <i>Comisiones SNI</i>	294
Rodríguez Jorge, Luis F., <i>Comisiones SNI</i>	294	Villa Treviño, Saúl, <i>Jefatura DIB-INC</i>	123
Rodríguez, Ma. Luisa, <i>Fuga de talentos</i>	170	Villoro Toranzo, Luis, <i>Comisiones SNI</i>	295
Rojas Aguilar, Aarón, <i>Premio SMT</i>	364	Vizcarra Rendón, Alejandro, <i>Premio Rosenblueth 1990</i>	122
Rojkind, Marcos, <i>Premio Nacional de Ciencias</i>	123	W	
Rosenblueth, Arturo,		Wilson, S., <i>60 aniversario S. Gitler</i>	362
		Z	
		Zelaya Angel, Orlando, <i>Miembro AIC</i>	169

Suscríbese a :



AVANCE Y PERSPECTIVA

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

Suscripción anual (6 números)

México: N\$ 30.00

Norte y Centroamérica: \$ 20 US dólares

Europa y Sudamérica: \$ 30 US dólares

Nombre: _____ Tel. _____
Domicilio: _____ C.P. _____
Colonia: _____ Delegación _____
Ciudad: _____ Estado _____

Cheques y Giros Postales (Administración de Correos 14)
a nombre del CINVESTAV.

CAMBIO DE DOMICILIO:

Envíenos su nueva dirección a:

Avance y Perspectiva, CINVESTAV-IPN, Apdo. Postal 14-740, 07000 México D.F.
o llámenos al Tel/Fax 752 74 43, Tel. 754 02 00 Ext. 2536

CUPON DE CORRECCION

Nombre: _____ Tel: _____

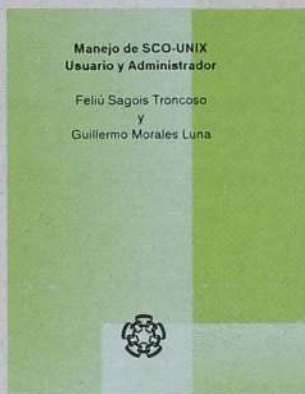
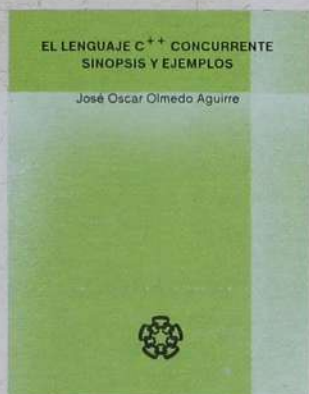
Domicilio: _____ C.P. _____

Colonia: _____ Delegación: _____

Ciudad: _____ Estado: _____

COMENTARIOS: _____

PUBLICACIONES RECIENTES



Publicaciones Técnicas del Departamento de Ingeniería Eléctrica CINVESTAV-IPN

SERIE AMARILLA: INVESTIGACION Y DESARROLLO (MAS DE 125 TITULOS)

SERIE VERDE: TEXTOS Y NOTAS DE CURSOS (MAS DE 40 TITULOS)

SOLICITE TITULOS Y LISTA DE PRECIOS A:

Sección de Publicaciones Técnicas
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Atención: Sra. Mari Carmen Quintero
Apartado Postal 14-740; 07000 México, D.F.
Tel. (5) 754-0200 ext. 3018

CAM 94

HEMISPHERIC PHYSICS MEETING CANCUN-SEPTEMBER 26-30, 1994

The Hemispheric Physics Meeting, organized jointly by the Canadian Association of Physicists (CAP), American Physical Society (APS), and Sociedad Mexicana de Física (SMF), will consist of plenary and parallel sessions in the following areas:



- Atomic and Molecular Physics
- Condensed Matter Physics
- Mathematical Physics and Gravitation
- Material Science
- Nuclear Physics
- Optics
- Elementary Particle Physics
- Physics and Society
- Statistical Physics and Thermodynamics
- Education
- Applied Physics and Technology
- Biophysics

The twelve symposia will feature invited presentations, contributed papers and opportunities for poster presentations.

The official language of the meeting will be English. Poster contributions in English, Portuguese, Spanish, and French will be accepted.

Those interested in participating are asked to submit the following information to the Local Organizing Committee (fax: 52 + 5 + 754 68 01, 622 48 48; e-mail: CAM94@FIS.CINVESTAV.MX):

Name, Area of Research, Institution, Department, City, E-mail, Tel. y Fax.