

AVANCE Y PERSPECTIVA

Revista de la Unión Matemática de México y de la Unión Matemática de los Estados Unidos de América



Vol. 20
Número 1
Mayo 1991
25 páginas

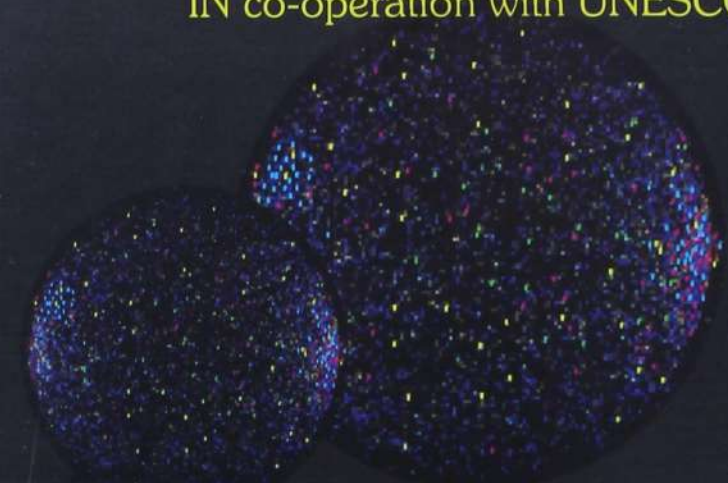
Números transfinitos
y computabilidad

CERN-CLAF SCHOOL OF PHYSICS

Itacuruçá, Brazil

6-19 may 2001

IN co-operation with UNESCO



LECTURERS

Beyond the standard model
Cosmology & Astrophysics
Data analysis
Trigger/DAQ
Cosmic rays
Flavour physics

Field theory & Standard model
Neutrinos
QCD
Heavy ions
Instrumentation

M. Carena (Fermilab, USA)
A. Cohen (University of Boston, USA)
M. Delfino Reznicek (CERN, Switzerland)
N. Ellis (CERN, Switzerland)
C. Escobar (Unicamp, Brazil)
B. Gavela Legazpi (Univ. Autónoma de Madrid, Spain)
R. Kleiss (University of Nijmegen, Netherlands)
P. Lipari (INFN, Italy)
M. Mangano (CERN, Switzerland)
J. Schukraft (CERN, Switzerland)
O. Ullaland (CERN, Switzerland)

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

A. De Rújula (CERN, Switzerland)
O. Eboli (IFT, UNESP / Brazil)
C. Earnshaw (CERN, Switzerland) School Secretary
N. Ellis (CERN, Switzerland)
C. García Canal (UNPL, Argentina)
E. Lillostøl (CERN, Switzerland) School Director
B. Marechal (UFRJ, Brazil) Local Director
L. Masperi Director of CLAF
A. Zepeda (CINVESTAV, Mexico)

DISCUSSION LEADERS

G. Alves (CBPF, Brazil)
G. Contreras (CINVESTAV, Mérida, Mexico)
M. A. Díaz (PUC, Chile)
M.T. Dova (UNLP, Argentina)
R. Martínez (Univ. Nacional, Bogotá)
M.A. Pérez (CINVESTAV México)
R. Sassot (UBA, Argentina)

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

B. Marechal (UFRJ) Chair / Local Director
M. Chiapparini (UERJ)
J.M. de Miranda (CBPF)
L. de Paula (UFRJ)
J. Dos Anjos (CBPF)
E. Ferreira (UFRJ)
R. Zukanovich Funchal (USP)
M. Gandelman (UFRJ)
M. Guzzo (Unicamp)
R. Rosenfeld (UNESP)



Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Martínez Palomo
ASESORA DE LA DIRECCIÓN GENERAL
María de Ibarrola Nicolín
SECRETARIO ACADÉMICO
René Asomoza
SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Manuel Méndez Nonell
SECRETARIO ADMINISTRATIVO
Mario Alberto Osorio Alarcón

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

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

Correo electrónico:
avance@mail.cinvestav.mx
Tel. y Fax: 5747 70 76

Consulte nuestra página de Internet:
<http://www.cinvestav.mx/web/elect/avance.html>

RESPONSABLE
Valente Espinosa

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Vol. 20.

mayo - junio de 2001

- 139 *Diagonalización y computabilidad*
Guillermo Morales Luna

- 151 *Residuos peligrosos: grave riesgo ambiental*
G. Ruiz Aguilar, J.M. Fernández Sánchez y R. Rodríguez Vázquez

DOCUMENTOS

- 159 *Informe de labores 2000*
Adolfo Martínez Palomo

DIÁLOGOS

- 181 *New Scientist cumple 45 años*
Carlos Chimal

MATICES

- 191 *El graffito: ansia humana de comunicarse*
Marcelino Cerejido

LIBROS Y REVISTAS

- 197 *La nuca de Houssay de M. Cerejido*
Ruy Pérez Tamayo

- 203 *Las ciencias exactas en México de A. Menchaca; Physics in Latin America comes of age de J.L. Morán López*
M. A. Pérez Angón

Portada: Esta simulación obtenida por computadora de la estructura microscópica del Universo permite tener una idea de una matriz infinita, en el sentido matemático del término, y las complicaciones involucradas en su posible diagonalización.

Foto: diseño de A. Melott, Universidad de Kansas, y S. Shandorin, Universidad de Moscú.

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El número correspondiente a mayo-junio de 2001, volumen 21, se terminó de imprimir en abril de 2001. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. *Editor responsable:* Enrique Campesino Romeo. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esquina calzada Ticomán, apartado postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud del título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de Título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 01603-89, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Grupo Printer Pack, S.A. de C.V., Av. Azcapotzalco 224, Col. Angel Zimbrón, México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero del 2001 página 30. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. *Avance y Perspectiva* se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 150.00



APPLIED STATISTICAL PHYSICS MOLECULAR ENGINEERING CONFERENCE

ASTATPHYS-MEX-2001

Cancun, Mexico, July 23 - 27, 2001

A la comunidad científica:

EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, a través de su Programa de Simulación Molecular, invita a su **"Primera Conferencia en Física Estadística Aplicada: Ingeniería Molecular (ASTATPHYS-MEX-2001, www.aspm2001.com.mx)"**, que se realizará en Cancún, México, del 23 al 27 de julio del presente año.

El propósito de la conferencia es reunir a científicos tanto del área básica como aplicada que se encuentren interesados en el diseño y comprensión de nano-estructuras y nano-circuitos, sus aplicaciones en los campos de catálisis, electrónica y terapia genética.

Los temas de la conferencia serán: catálisis molecular, nano-tubos, fullerenos nano-estructuras, nano-circuitos, microlitografía, materiales supramoleculares, catalizadores, asfaltos, polímeros, terapia genética, auto-ensamblaje, fluidos complejos confinados, canales iónicos, dinámica de fluidos confinados, y transiciones de fase.

Estos temas tienen en común el auto ensamblaje y/o el confinamiento molecular en niveles de micro o nano-escala. La forma de abordarlos puede ser, por ejemplo, desde el punto de vista de síntesis química, microscopía de fuerza atómica, microscopía electrónica de transmisión, caracterización y experimentos de evaluación, física del estado sólido y de la materia condensada, física y química cuántica, y mecánica estadística en equilibrio y fuera del equilibrio. Es nuestra intención que las diferentes sesiones promuevan fructíferas discusiones entre científicos y tecnólogos tanto del campo teórico como aplicado de todo el mundo. De esta manera juntos podemos ayudar a identificar nuevas áreas y así expandir nuestra comprensión del campo de la nano-ciencia.

El programa cuenta con pláticas plenarias e invitadas, así como de contribuciones por convocatoria. Además se contará con una sesión de pósters a nivel de playa, donde en un ambiente de informalidad y camaradería los científicos podrán intercambiar puntos de vista. Dicha sesión está programada para las tardes.

A lo largo de la conferencia tendremos una Exhibición Tecnológica, EXPO-ASTATPHYS-MEX-2001, donde se presentará el estado del arte en equipo experimental, paquetería de cómputo y productos farmacéuticos.

<http://www.aspm2001.com.mx>

Patrocinado por:



Diagonalización y computabilidad

Guillermo Morales Luna

Introducción

La *Argumentación de la Diagonal* de Cantor, aparecida en una carta de Cantor a Dedekind fechada el 29 de septiembre de 1873, fue el origen de los números transfinitos, con los cuales le fue posible demostrar la existencia de números reales trascendentes. En el siglo XX esa argumentación fue utilizada de manera esencial para mostrar que la noción de computabilidad efectiva es incompleta, es decir, para mostrar que en todo esquema de programación efectiva puede plantearse un problema que no será resuelto por programa alguno contenido en el mismo sistema. Desde el punto de vista lógico esto equivale a que en el lenguaje de cualquier teoría formulada efectivamente pueda construirse un enunciado independiente de esa teoría, es decir, un enunciado tal que ni él ni su negación son demostrables en la teoría. Tales resultados han motivado una intensa discusión filosófica sobre los fundamentos de las matemáticas y ésta conlleva dificultades no zanjadas en la actualidad.

En este artículo quiero presentar de manera general la argumentación de la diagonal de Cantor y algunas de sus principales consecuencias. Mencionaré también algunos de los puntos de discusión filosófica a que ha dado origen. Aunque estas discusiones son el A-B-C de los especialistas, bien vale la pena volver a ellas de vez en cuando pues están aún lejos de perder vigencia e importancia, sobre todo pensando en una audiencia general.

El Dr. Guillermo Morales Luna es investigador titular de la Sección de Computación del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav. Dirección electrónica: gmorales@cs.cinvestav.mx

Representación binaria de los números reales

Todo número real no-negativo x se expresa como la suma de un número entero no-negativo, a saber, su parte entera $[x]$, y un número real entre 0 y 1 (aunque distinto de 1), llamado su parte fraccionaria $\{x\}$. Todo entero se expresa como una cadena finita de ceros y unos, y todo real entre 0 y 1 como una cadena, acaso infinita, de ceros y unos. Ambas expresiones se dicen ser en base 2.

Para obtener la representación en base 2, $(x_0)_2$, de un entero no-negativo x_0 , se puede proceder como se bosqueja en el procedimiento (1). La cadena obtenida con ese procedimiento siempre es finita debido esencialmente a la consecutiva división entre 2.

Si $x_0 < 2$ entonces $(x_0)_2 = x_0$, es decir $(x_0)_2$ es el dígito 1 si $x_0 = 1$ y es el dígito 0 si $x_0 = 0$.

En otro caso, sea $d_0 = 0$ si x_0 es par o bien sea $d_0 = 1$ si x_0 es impar. Obténgase la representación en base 2 $(y_0)_2$ del entero $y_0 = (x_0 - d_0)/2$ y tómese a $(x_0)_2$ como la concatenación de $(y_0)_2$ y d_0 .

Procedimiento 1: Representación en base 2 de enteros no-negativos.

Para obtener la representación en base 2 $(x_0)_2$ de un real x_0 entre 0 y 1 se puede seguir el procedimiento (2). La cadena obtenida con ese procedimiento puede no ser finita debido a que existen números reales para los cuales, al reiterar el procedimiento, el "caso base", es decir la condición $y_0 = 0$, nunca se cumple. Los números para los que sí se llega a cumplir, cuando se reitera el procedimiento, se dicen ser *diádicos*. En otras palabras, los números diádicos son aquellos que tienen una representación finita en base 2.

Si x es un real no-negativo, la representación en base 2 de x se obtiene al pegar las representaciones en base 2 de sus partes entera y fraccionaria, separadas por un punto binario. Si x es un real negativo su representación en base 2 es la de $-x$ anteponiendo el signo negativo. Así, por ejemplo, la representación en base 2 de

$$\pi = 3.14159265358979323846264338327950288419717 \dots$$

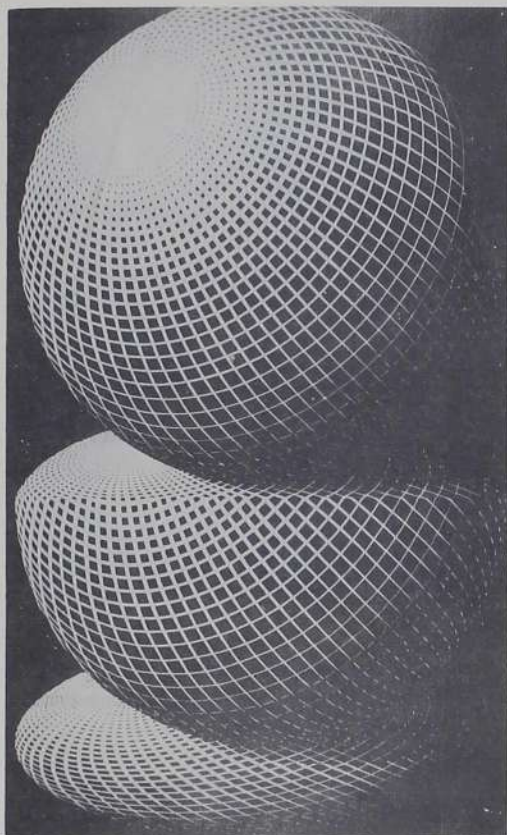
es

$$(\pi)_2 = 1.00100100001111110110101000100010000101101000110 \dots$$

Si $x_0 = 0$, optemos por tomar a la cadena vacía como $(x_0)_2$.

En otro caso, sea $d_0 = 0$ si $x_0 < 1/2$ o bien sea $d_0 = 1$ si $x_0 > 1/2$. Ha de tomarse a $(x_0)_2$ como la concatenación del dígito d_0 con la representación en base 2 $(y_0)_2$ del número $y_0 = 2x_0 - d_0$.

Procedimiento 2. Representación en base 2 de reales entre 0 y 1.



He de reconocer desde un principio la banalidad de algunos ejemplos que menciono. Estos han sido utilizados desde siempre en la presentación del método diagonal de Cantor. Espero que cumplan con su propósito ilustrativo y que éstos no creen malinterpretaciones en los lectores noveles en temas de computabilidad. Mi intención, como ya lo mencioné, es presentar de manera general y unificada los principales enfoques del método.

Números finitos e infinitos

Procuraremos evitar entrar en complicaciones técnicas en la presentación de los cardinales. Se ha convenido socialmente en que *cero* es un número finito y que si n es

un número finito también lo es el número $n+1$. Así pues se tiene que hay una infinidad de números finitos. Se denota por ω a la colección de números finitos. Cada número finito puede ser figurado como un conjunto. En efecto, el *cero* se ve como el conjunto vacío $0 = \emptyset$ y si el número finito n se ve como el conjunto n entonces $n+1$ se ve como el conjunto $n+1 = n \cup \{n\}$. Así, por ejemplo,

$$\begin{aligned} 0 &= \emptyset \\ 1 &= \{0\} \\ 2 &= \{0, 1\} \\ 3 &= \{0, 1, 2\} \\ &\vdots \\ 2000 &= \{0, 1, \dots, 1998, 1999\} \\ &\vdots \end{aligned}$$

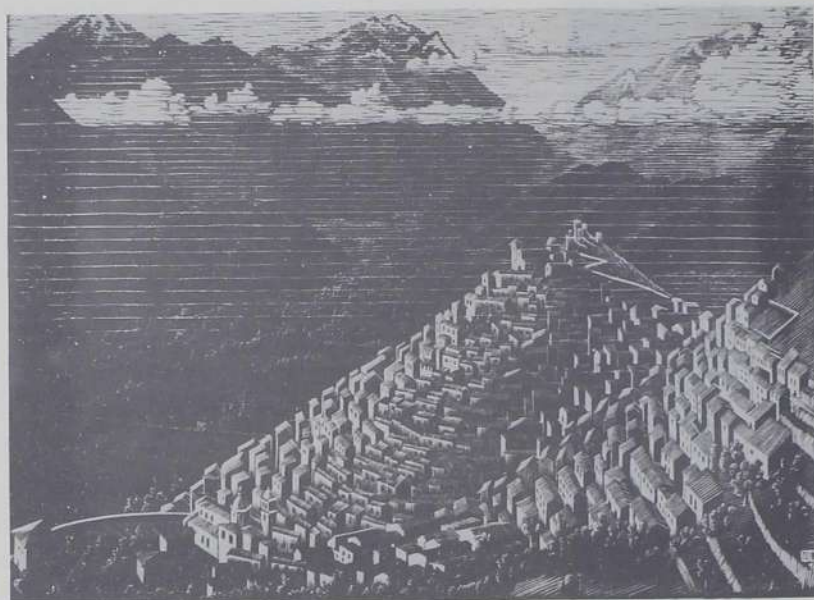
O, si se prefiere, a *cero* se le ve como el conjunto vacío, y a cada n como el conjunto que consiste de 1 hasta n mismo. Esto es tan solo una convención. Aunque el último caso es más acorde con la construcción de los numerales en los lenguajes naturales, ahí se tiene la relación indeseable $n \in n$. (Ambos enfoques pueden causar confusiones generalizadas: ¿cuándo quedamos que concluyó el siglo XX?¹).

Un conjunto es finito si para alguna n se puede hallar una correspondencia "uno-a-uno y sobre", es decir biunívoca, entre ese conjunto y n . En otras palabras, es finito si para alguna n se puede contar "hasta n " a todos los elementos del conjunto. Un conjunto es numerable si se puede poner en correspondencia biunívoca con ω , es decir, si se puede enumerar.

Una de las grandes contribuciones a la Matemática en el s. XIX, debida a Georg Cantor², fue precisar que bajo suposiciones elementales (por ejemplo que siempre se puede formar el conjunto de partes de un conjunto dado) existen conjuntos que no son finitos ni numerables.

Diagonalización de Cantor

Denotemos por I al conjunto de cadenas de *ceros* y *unos* susceptibles de ser obtenidas como representaciones en base 2 de números entre 0 y 1 (en el recuadro de la página 140 hacemos un recordatorio de la representación binaria de los números reales). Es decir, si $I = \{x \mid 0 \leq x < 1\}$ entonces $I = \{\sigma \mid \exists x \in I: \sigma = (x)_2\}$.



De las solas definiciones introducidas se tiene que hay una correspondencia biunívoca entre I e I : dos cadenas en I coinciden si y sólo si ambas provienen de un mismo número y, por ende, si y sólo si uno a uno coinciden sus correspondientes dígitos. En símbolos:

$$\forall c_1 = (c_{1j}), c_2 = (c_{2j}) \in I: c_1 = c_2 \Leftrightarrow [\forall j: c_{1j} = c_{2j}].$$

Ahora probaremos que se cumple el siguiente importante teorema.

Teorema de Cantor. El conjunto I no es numerable.

La demostración de este teorema es la más representativa de la así llamada *Argumentación de la Diagonal*. Veámosla:

Supongamos dada una función cualquiera $\phi: \omega \rightarrow I$ que sea inyectiva. Denotemos por $\phi(i) = c_i = [c_{ij}]$ a la i -ésima cadena según la "enumeración" ϕ . Formemos la cadena $d = [d_j]$ tal que $\forall j: d_j = \overline{c_{jj}} = 1 - c_{jj}$. Es decir, la cadena d consiste de los complementos de los elementos "en la diagonal".

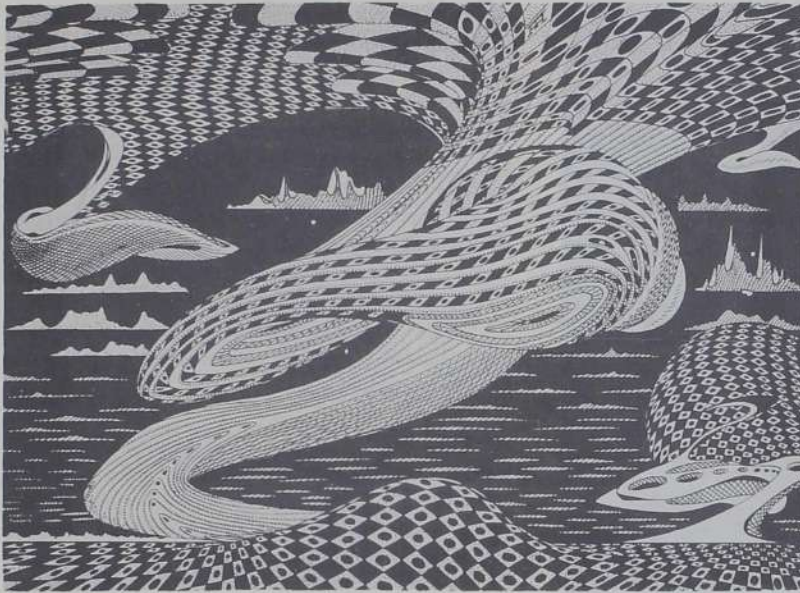
La cadena d no puede estar en la imagen de ϕ . En efecto, si acaso estuviera, habría un número i_0 tal que $c_{i_0} = d$. Es decir,

$$\forall j: c_{i_0j} = d_j = 1 - c_{jj}.$$

En particular, al considerar $j = i_0$ se tiene $c_{i_0i_0} = 1 - c_{i_0i_0}$ lo que es absurdo dado que $c_{i_0i_0}$ es uno de los valores 0, 1. Pero, por otro lado, la cadena d sí está en el conjunto I (una sencilla argumentación refiriéndose a que el campo de los reales es completo y a que la serie $((2^{-j}))_j$ es absolutamente sumable, muestra que existe $x \in I$ tal que $d = (x)_2$).

Con esta argumentación hemos visto que si ϕ es una sucesión (numerable) en I entonces habrá elementos de I que no aparezcan en la sucesión. I es entonces un conjunto que ni es finito ni es numerable³. Ya que la *Argumentación de la Diagonal* es el meollo de este artículo, vamos a ilustrarla con otro ejemplo antes de entrar en detalles lógicos.

Sea M una matriz de ceros y unos con una cantidad numerable de columnas y de renglones. M es pues una matriz "infinita" de orden $\omega \times \omega$ cuyos elementos son bits.



Proposición. Hay sucesiones de ceros y unos que no aparecen como renglones de M .

En efecto, para cada par de números (i, j) denotemos por m_{ij} al elemento de M que aparece en la intersección del i -ésimo renglón y de la j -ésima columna. Para cada j hagamos $s_j = \overline{m_{ij}} = 1 - m_{ij}$. La sucesión $\mathbf{s} = (s_j)$ no puede aparecer como un renglón de M , pues si apareciese habría un índice i_0 tal que $\forall j: s_j = m_{i_0j}$. O sea $\forall j: m_{i_0j} = 1 - m_{ij}$. En particular, al considerar $j = i_0$ se tendría $m_{i_0i_0} = 1 - m_{i_0i_0}$, lo que es absurdo dado que $m_{i_0i_0}$ es uno, y sólo uno, de los valores 0, 1.

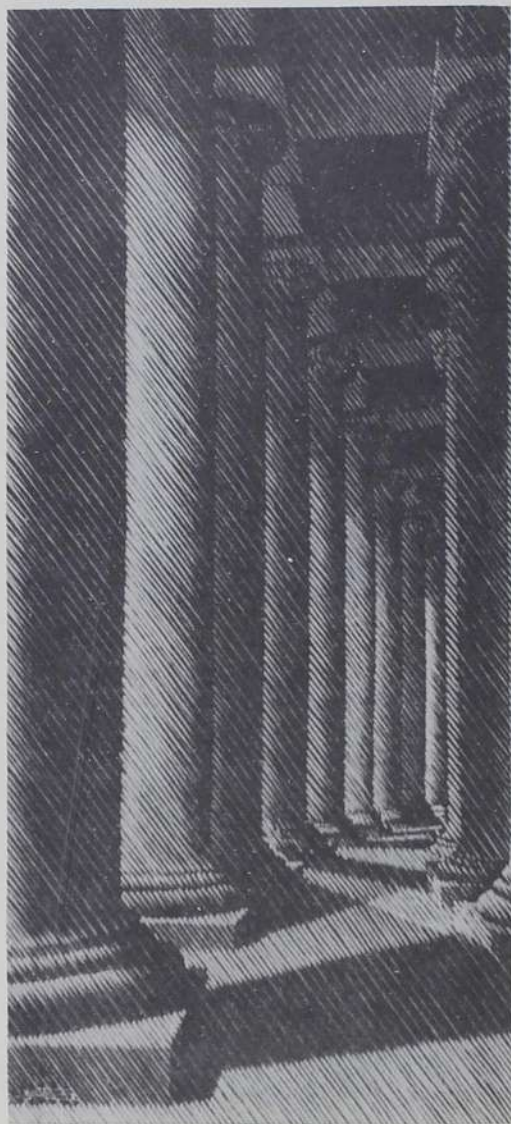
Visto de otra manera, la sucesión $\mathbf{s}$ es distinta del primer renglón porque ambos ($\mathbf{s}$ y ese renglón) difieren en sus primeras entradas, es distinta del segundo renglón porque ambos difieren en sus segundas entradas, es distinta del tercer renglón porque ambos difieren en sus terceras entradas, y, en general, es distinta del n -ésimo renglón porque ambos difieren en sus n -ésimas entradas, y esto cualquiera que sea n . Así pues, $\mathbf{s}$ no puede coincidir con ningún renglón en M .

Aquí vale la pena detenemos a considerar el significado de "dar una matriz infinita". Por supuesto, esto no significa

que se da escrita en un papel o en un medio magnético o electrónico, y esto por la sencilla razón de que no se dispone de ningún medio físico que sea infinito y en consecuencia no hay uno que pueda contener a la matriz infinita "actualmente". "Dar" puede significar el describir un procedimiento de cálculo que dados i, j dé como resultado el valor de m_{ij} . Como meros ejemplos, presentemos los siguientes:

1. Sea $m^{(1)}_{ij} = 1$ si $i^2 + j^2$ es par y sea $m^{(1)}_{ij} = 0$ en otro caso.
2. Sea $m^{(2)}_{ij} = 1$ si a partir del i -ésimo dígito a la derecha del punto binario en la representación en base 2 de π hay j dígitos constantes y sea $m^{(2)}_{ij} = 0$ en otro caso.
3. Sea $m^{(3)}_{ij} = 1$ si el número par $2(i+1)$ se expresa como una suma de dos números primos y sea $m^{(3)}_{ij} = 0$ en otro caso.
4. Sea $m^{(4)}_{ij} = 0$ si la matriz $M^{(3)}$ que se obtiene con la regla anterior es idénticamente 1 y sea $m^{(4)}_{ij} = 1$ en otro caso.

Con las tres primeras reglas, dados i, j al cabo de un número finito de "pasos" se decidirá cuál es el valor de la entrada m_{ij} . En este sentido, la correspondiente matriz M es "potencialmente" calculable en su "totalidad".



Sin embargo, la idea de finitud en el cálculo se pierde con la cuarta regla. La *Conjetura de Goldbach* postulada a inicios del siglo XVII, y aún no demostrada, se puede enunciar como la ecuación $M^{(3)} = \mathbf{1}$, o lo que es equivalente $M^{(4)} = \mathbf{0}$. De acuerdo con el Principio del Tercero Excluido, la matriz $M^{(3)}$ es idénticamente 1 o bien hay alguna pareja (i, j) para la cual $m^{(3)}_{ij} = 0$, mas

no nos es posible determinar a la fecha cuál de estas dos condiciones es la que vale. ¿Se puede considerar así que la matriz $M^{(4)}$ "está dada" por la regla 4? Regresaremos más adelante a esta pregunta. Por el momento consideremos sólo construcciones como las de las reglas 1-3. Dado un procedimiento $\mathcal{M}$ que para dos índices i, j produce el valor m_{ij} de una matriz M de bits, para cada índice i nombremos $\mathcal{M}_i$ al procedimiento que dado j produce el valor $\mathcal{M}_i(j) = \mathcal{M}(i, j) = m_{ij}$. El conjunto que consta de los j que bajo la acción de $\mathcal{M}_i$ producen el valor 1 se dice ser reconocido, respecto a M , por el procedimiento $\mathcal{M}_i$. Lo que asevera la última proposición enunciada es que cualquiera que sea M , siempre habrá conjuntos que no sean reconocibles respecto a M .

Ahora bien, es convencional considerar que todo esquema de programación posee un alfabeto (finito o numerable) y que los programas son ciertas palabras bien formadas de longitud finita sobre ese alfabeto. Con estas imposiciones, la colección de programas es numerable. Supongamos primeramente un esquema de programación en el que todos los programas son "de decisión", es decir, se paran al iniciar su cómputo con cualquier entrada y producen como resultado un valor 0 o 1. Consideremos la matriz M que en cada i, j tiene el valor que produce el i -ésimo programa en el valor j . Un conjunto que no sea reconocible respecto a M constituye en sí un problema que no es programable en el esquema de programación considerado. El que existan tales problemas irresolubles se sintetiza diciendo que el esquema de programación es incompleto. Así pues, como resultado de la argumentación de la diagonal se tiene que todo esquema de programación en el que los programas son de decisión y forman un conjunto numerable es incompleto.

O de manera aún más general: consideremos algún otro esquema de programación en el que los programas pueden "ciclarse" con algunas entradas y con otras dan como resultado valores que no son solamente 0 o 1. Sea $(\mathcal{M}_i)_i$ una enumeración de esos programas. Supongamos que hubiese un programa $\mathcal{M}$ que indique cuándo el i -ésimo programa deja de pararse con el valor i . Es decir, $\mathcal{M}$ es tal que para cada i si $\mathcal{M}$ se para con i , entonces $\mathcal{M}_i$ no se para con i . Siendo $\mathcal{M}$ un programa, ha de existir un índice i_0 tal que $\mathcal{M} = \mathcal{M}_{i_0}$. Si $\mathcal{M}$ se para con i_0 entonces esto sería indicativo de que $\mathcal{M}_{i_0}$ no ha de pararse con i_0 , es decir de que $\mathcal{M}$ no se para con i_0 . Por esta contradicción ha de tenerse que $\mathcal{M}$ no puede pararse con i_0 , ipero no puede dar aviso de ello! Así pues, si $\mathcal{M}$ fuese consistente

con su cometido, será incompleto con su propósito. Esto se conoce como la *irresolubilidad del problema de la parada*. Es también una forma de presentar el *primer teorema de incompletitud de Gödel*⁵.

Podemos ahora bosquejar un *paradigma general de la argumentación diagonal*: Sea N un conjunto (numerable o no, esto es irrelevante) de índices y sea F una sucesión de objetos ($\phi(i) = \mathcal{F}_i$) _{$i \in N$} . Supongamos dado un predicado $\Phi(\mathcal{F}_i, j)$ de dos argumentos: El primero elige un objeto de F y el segundo un elemento de N . Formemos a la matriz $M = [m_{ij}]_{i, j \in N}$ tal que $m_{ij} = 1$ cuando y sólo cuando $\Phi(\mathcal{F}_i, j)$ se cumpla y $m_{ij} = 0$ en otro caso. Para cada i sea A_i el conjunto de j tales que $m_{ij} = 1$. Diremos que F_i realiza al conjunto A_i o bien que A_i es realizado por F_i . Un conjunto A es realizable si existe un $i \in N$ tal que $A = A_i$. Entonces ha de valer la proposición siguiente:

Existen conjuntos que no son realizables.

Sea s el conjunto de índices $i \in N$ tales que $\Phi(\mathcal{F}_i, i)$ no se cumple. Si se supusiese por un momento que s fuese realizable tendríamos un índice $i_0 \in N$ tal que $\Phi(\mathcal{F}_{i_0}, i_0)$ ha de valer cuando y sólo cuando su negación $\neg \Phi(\mathcal{F}_{i_0}, i_0)$ valga también, lo que es patentemente absurdo. Q.e.d.

Como una consecuencia del paradigma está el teorema de Cantor que asevera que el cardinal del conjunto de partes de un conjunto cualquiera es estrictamente mayor que el de ese conjunto cualquiera. Hay por supuesto otras consecuencias, algunas muy divertidas. Por ejemplo, podría decirse⁶ que: No existe el conjunto de todas las verdades. Si hubiese un tal conjunto V , cada subconjunto U de él daría origen a una verdad (v.gr. 'U está contenido en V') que asociaría a U un único elemento en V . Esto negaría que el cardinal del conjunto de partes de V es mayor estrictamente que el de V . Así, no habiendo un conjunto de todas las verdades, no podría haber un ente que lo posea, es decir, no existe un ente "omnisciente" (!). Cantor era un creyente cristiano (algunos biógrafos resaltan que provenía de una familia judía conversa) y, previendo algunas posibles implicaciones teológicas adjudicables a sus resultados, escribía en una carta fechada en 1888 al sacerdote tomista Ignatius Jailer⁷:

"En todo caso es menester someter la verdad de los transfinitos a un examen muy serio, porque si acaso yo estuviera en lo correcto aseverando la

verdad o la posibilidad de los transfinitos, entonces (sin duda alguna) habría un verdadero riesgo de error religioso al sostener una opinión contraria, pues *error circa creaturas redundat in falsam de Deo scientiam* (un error respecto a sus criaturas conduce a un falso conocimiento de Dios, *Summa Contra Gentiles* II,3)."

Si bien podría pensarse que la sucesión creciente de infinitos contradiría uno de los atributos de la Divinidad (su eternidad), Cantor asumía sus resultados en concordancia con sus principios teológicos: "El Absoluto sólo puede ser reconocido mas no conocido, ni siquiera de manera aproximada... La sucesión absolutamente infinita de números me parece, en un cierto sentido, una adecuada representación del Absoluto". Así, el Absoluto infinito quedaría fuera del entendimiento humano.

También el paradigma de la diagonal se utiliza para mostrar que en un esquema fijo de programación alguna subclase de programas no puede ser equivalente a todo el esquema. Con esto se puede introducir una jerarquía de programas en ese esquema en cuanto a su "complejidad" (respecto a alguna medida).

Examinemos la estructura lógica de la *Argumentación de la Diagonal*. Con ella se prueba un enunciado de la forma

$$P(\phi) \Rightarrow Q(\phi). \quad (1)$$

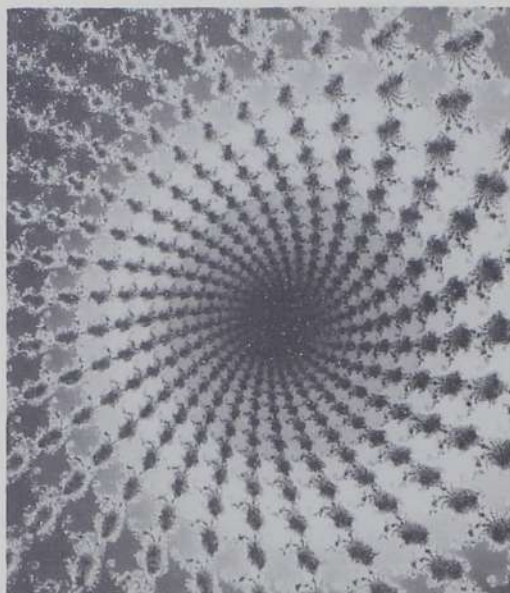
Por ejemplo, $P(\phi)$ puede ser el predicado " ϕ es una sucesión" y $Q(\phi)$ el predicado " ϕ no es sobre", o sea "existe un elemento en el contradominio de ϕ que no es asumido, bajo ϕ , por ningún elemento en su dominio".

Suponiendo un sistema deductivo libre de contradicciones en donde prevalezca el Principio del Tercero Excluido, la implicación (1) es equivalente a la implicación

$$P(\phi) \& \neg Q(\phi) \Rightarrow nil \quad (2)$$

donde *nil* es un enunciado contradictorio, por ejemplo $nil \equiv (0=1)$. (2) es la *reductio ad absurdum* de (1).

Durante la prueba de (2), dado ϕ que cumple a P y deja de cumplir a Q , la contradicción lograda en la argumentación de la diagonal surge mediante la construcción de un objeto s , a partir de ϕ , que posee una



inconsistencia en su definición. En otras palabras, suponiendo dada ϕ que cumple P mas no Q , se ha de lograr una s intrínsecamente contradictoria. En los ejemplos vistos de la argumentación diagonal el objeto contradictorio s se obtiene efectivamente a partir de la sucesión ϕ . Cada una de las componentes de s son calculables. Por esto, el objeto s es potencialmente calculable, si bien no lo es actualmente. Así pues, si se conviene en aceptar la existencia de ϕ , al parecer se ha de aceptar la de s .

Diagonalización y lenguaje

¿Puede tener el objeto s en la argumentación de la diagonal algún cuestionamiento relativo a su existencia? Permítaseme en este punto citar, en una libre traducción mía, el §1 del Apéndice II de las *Observaciones acerca de los fundamentos de las matemáticas* de Wittgenstein⁸, redactado en los años 40 del siglo XX:

1. Si alguien dijese: "Muéstreme un número diferente a todos éstos" y se le diese la regla de la diagonal como respuesta, ¿porqué no podría decir: "¡Pero no es eso lo que yo quería!"? Lo que se me ha dado es una construcción paso a paso de

números que son diferentes sucesivamente de cada uno de éstos.

"¿Pero porqué no estás dispuesto a aceptar a éste como un método de cálculo de números?" — ¿Cuál es el método de cálculo y cuál el resultado aquí? Se me dirá que hay uno, pero entonces tiene sentido preguntar: ¿es el número menor que ... o mayor que ...?, ¿puede ser elevado al cuadrado?

La pregunta no es: ¿para qué nos sirve ese número? Ciertamente, esto suena descabellado. — Lo importante es: ¿cuáles son sus entornos matemáticos?

La consigna aquí sería: Asúmase un enfoque más amplio.

El resultado de un cálculo, ya expresado verbalmente, ha de considerarse con suspicacia. El cálculo ilustra el significado de la expresión formulada en palabras. Es el más fino instrumento para determinar su significado. Si se quiere conocer el significado de la expresión verbal, revítese el cálculo, no hay de otra. La expresión verbal arroja una goma espesa y opaca sobre el cálculo, en tanto que el cálculo una luz brillante sobre la expresión verbal. (Es como si se quisiese comparar las alturas de dos montañas no por las técnicas de medición de alturas, sino por su relación aparente vista desde abajo.)

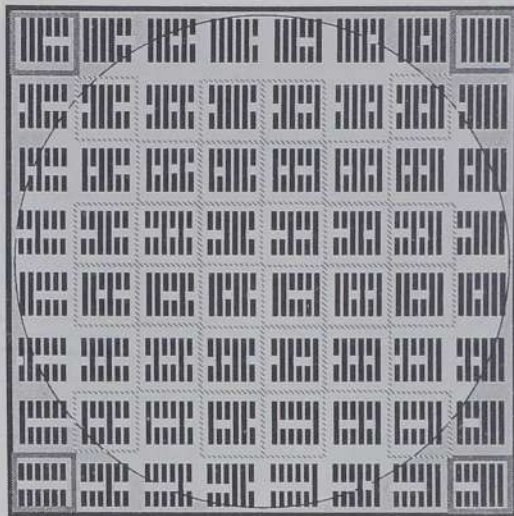
Efectivamente el cálculo de un objeto es la mejor manera de especificarlo. Sin embargo, pueden ser varias las nociones de cálculo.

Todo número natural tiene connotaciones de cardinal y de resultado de un cálculo. El 3, por ejemplo, por un lado designa al número de colores en la enseña nacional mexicana, al de personas que conforman la Santísima Trinidad y al de dones sociales proclamados por la Revolución Francesa (*liberté, égalité et fraternité*); mas, por otro lado, es el resultado de aplicar tres veces la función sucesor al número cero. En este caso el cálculo de cualquier número natural, por grande que éste sea parece plausible. Ya en el siglo IV antes de nuestra era, Euclides, al demostrar que hay una infinidad de números primos, explicó cómo construir un nuevo primo teniendo ya un número arbitrario de ellos. Este no es un cálculo particu-

lar, es un esquema de cálculo que cuando se determinan los primos "de entrada" se construye un nuevo primo distinto de ellos como valor "de salida". En este segundo caso, tampoco existe duda alguna que éste sea un cálculo efectivo. Ahora bien pensemos en π o en $\sqrt{2}$. ¿Se pueden determinar esos números? Para un círculo (euclidiano) perfecto, tenemos que su perímetro es exactamente π cuando se toma a su diámetro como unidad de medida. Si se construye un cuadrado con arista 1, cada una de sus dos diagonales principales mide $\sqrt{2}$. Estas son pues sendas maneras geométricas de determinar π y $\sqrt{2}$. Ahora bien, puesto que ambos números son irracionales sus representaciones en cualquier base, digamos 10 o 2, no son periódicas ni muestran patrones "sencillos de definir". Así, no se puede dar ninguna de esas representaciones de manera actual. Mas Arquímedes ya describía un procedimiento para calcular π con cualquier grado de aproximación, vale decir, para calcular uno a uno todos los dígitos de π (para esto basta aproximar el perímetro del círculo por perímetros de polígonos regulares inscritos o circunscritos en él). Cada uno de los dígitos binarios de $\sqrt{2}$ es calculable con el procedimiento (2) presentado en el recuadro de la página 140 cambiando, si fuese necesario, cada comparación " $x \leq \sqrt{2}$ " por la comparación equivalente " $x^2 \leq 2$ ". Un número real se dice ser computable si cada uno de los dígitos en su representación digital se puede calcular mediante un procedimiento que requiere un número finito de pasos. Así pues, π y $\sqrt{2}$ son computables. De hecho, como hay procedimientos efectivos para calcular la mayoría de las operaciones aritméticas, cuando se les realiza sobre números computables se obtiene como resultado números que son también computables⁹.

Se tiene pues que todo número computable es potencialmente calculable mas no lo es en el sentido "actual", por el mero hecho de que no se cuenta con un depósito infinito para almacenar completamente la infinidad de dígitos calculables.

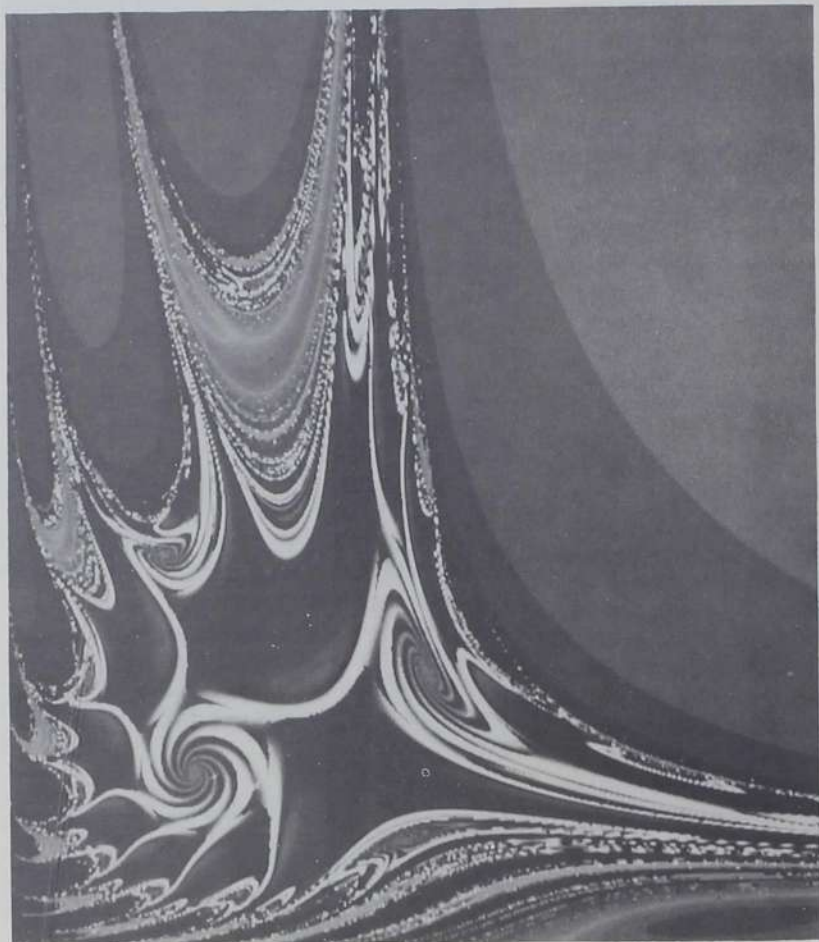
Hay algún otro ejemplo¹⁰ para ilustrar la diferencia entre el cálculo potencial y el cálculo actual. Imaginemos un par de dioses: Uno Creador y otro Destructor. El Creador da origen a dos criaturas en cada instante. El Destructor aniquila en cada instante a una criatura, siguiendo el orden en que fueron creadas. Naturalmente, al cabo del n -ésimo instante habrá n criaturas: Para entonces el Creador habría creado $2n$ y el Destructor habría



destruido n . Parecería que al "final" del tiempo habría una infinidad (numerable) de criaturas. Pero también se tiene que para toda criatura hay un instante en que ella será aniquilada. Parecería así que, dado que todas serán destruidas, al "final" del tiempo no habrá ninguna. ¿Quién se puede colocar al final del tiempo para ver qué sucede "en realidad"?

En la argumentación de la diagonal, si tanto la sucesión ϕ como el predicado Φ son efectivamente computables, entonces también lo es el elemento s que realiza la "incompletitud" de ϕ y, en efecto, durante su proceso de cálculo sería posible compararlo con cualquier número real computable y se le podría extraer raíz cuadrada o utilizarlo como factor de cualquier operación aritmética. La existencia de s es incuestionable si se admite que lo calculable existe y que calcular significa calcular potencialmente. El lenguaje, por supuesto, refleja nociones configuradas por nuestras impresiones o nuestro raciocinio. Naturalmente, si nuestro pensamiento se adapta a nuevos conceptos, el lenguaje ha de hacerlo también. Así, se ha convenido en que los números calculables son precisamente los computables.

La noción física de "existencia" tiene poco que ver con la noción lógica presentada aquí. Martin Gardner¹¹ describe un procedimiento de codificación "maravilloso": Un extraterrestre llega a la Tierra y para llevarse el conocimiento de la Humanidad decide llevar consigo la



Encyclopedia Britannica. Por ser muy voluminosa (pensemos que aun en discos compactos lo sería también) decide codificarla. Ve cuántos caracteres distintos hay en ella. Digamos que n . Puestos los símbolos que conforman el texto en una sola línea, anteponiéndole la cadena '0.', ésta se lee como la representación en base n de un número x entre 0 y 1. En una regleta de longitud d el extraterrestre pone una marca en la longitud $x \cdot d$ para luego reconstruir x ya de regreso en su lugar. Lógicamente está bien definido el procedimiento y x es claramente calculable, según lo definimos arriba. Sin embargo, si n fuese del orden de 256 (que es el valor utilizado por nuestras computadoras físicas actuales), sólo 10 caracteres requerirían un orden

de precisión más fino que 10^{-30} ! Independientemente del tamaño del extraterrestre, el carácter 22 en la *Encyclopedia* parece "no tener espacio físico" para ser codificado.

La noción de computabilidad asumida en la actualidad es muy particular y mucho más general de la asumida socialmente hace apenas un siglo. ¿Será vigente dentro de un siglo?

La existencia lógica de objetos no reconocibles, en el sentido formal presentado, aunque bien definidos pareciera reforzar una idea platónica de las verdades matemáticas. Por otra parte, el solo quehacer matemático parece al mismo tiempo contradecirla en cuanto a que éste puede

asumirse más como un proceso de invención que de descubrimiento.

Por un lado, desde los años 30 del siglo XX se ha planteado que la matemática puede reducirse completamente a la sintaxis del lenguaje, que en última instancia plantea a la matemática como un *sistema de proposiciones auxiliares sin contenido ni objetivo*. La principal objeción a este enfoque es su incompletitud. Un sistema formal efectivamente definido (computable en el sentido especificado) no puede demostrar su propia consistencia.

Por otro lado, debido a la limitante mencionada, en todo sistema formal siempre será necesario presuponer propiedades indefinidas, como es su propia consistencia, basado en la percepción que se tenga de sus axiomas o del éxito logrado en sus aplicaciones. La Computación, por ejemplo, en la actualidad no sólo se ve como una cuestión de notación, sino como un área de razonamiento y como reflejo de sus áreas de aplicación. Se ha pues de dotar a cada sistema formal de un contenido. Sobre esto, véase el ensayo de Gödel *¿Es la matemática sintaxis del lenguaje?*¹². Permítaseme terminar aquí citando la última observación formulada por Gödel en ese ensayo, redactado alrededor de 1953:

“Creo que el verdadero sentido de la oposición entre cosas y conceptos, o entre verdad fáctica o conceptual, no se comprende aún completamente en la filosofía contemporánea, pero en la misma medida está al menos claro que en ambos casos nos hallamos ante *hechos sólidos* que están enteramente fuera del alcance de nuestras decisiones arbitrarias.”

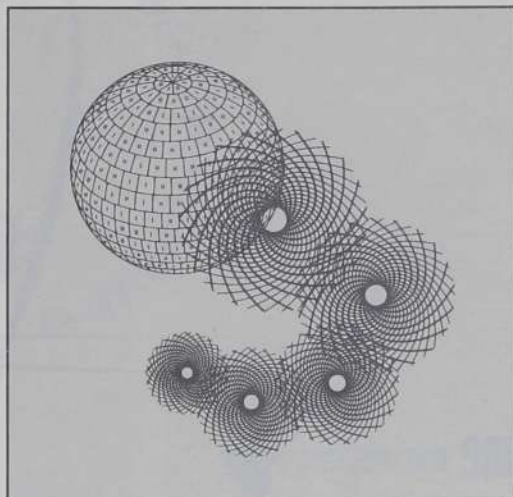


Notas

1. Véase, por ejemplo, “2001, hello”, de A.C. Clark, *Playboy* (edición norteamericana) pp. 88-89 (enero 2001).

2. *The MacTutor History of Mathematics archive*, “Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor”, <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Cantor.html>

3. Se tiende a incluir entre los conjuntos numerables también a los finitos. Aquí mantendremos la distinción entre ellos.



4. S. Feferman, Penrose's Gödelian argument: A review of *Shadows of the Mind* by Roger Penrose, *Psyche*, 2 (mayo 1995), <http://psyche.cs.monash.edu.au/v2/psyche-2-07-feferman.html>

5. R. Penrose, *Shadows of the mind: A search for the missing science of consciousness* (Oxford University Press, 1994).

6. P. Grim, *Analysis* **44**, 206 (1984).

7. J. Dauben, *Georg Cantor: His Mathematics and Philosophy of the Infinite* (Princeton University Press, 1990).

8. L. Wittgenstein, *Remarks on the foundations of mathematics*, editado por von Wright, Rhees y Anscombe (Basil Blackwell, Oxford, 1956).

9. K. J. Ko, *Complexity theory of real functions* (Birkhäuser, 1991).

10. P. Suber, *The quirk problem*, <http://www.eartham.edu/~peters/courses/logsys/quirk.htm>

11. M. Gardner, *¡ajá! Paradojas* (Labor, Madrid, 1983).

12. K. Gödel, *Ensayos inéditos*, editados por Francisco Rodríguez Consuegra (Biblioteca Mondadori, Barcelona, 1994).

Clame

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa



Buenos Aires, Argentina

23 -27 de julio de 2001

Universidad Nacional de General San Martín

Actividades:

- * Conferencias magistrales
- * Grupos de trabajo
- * Talleres
- * Reportes de investigación
- * Comunicaciones breves
- * Premio Simón Bolívar
- * Carteles
- * Cursos cortos
- * Revista Latinoamericana

Temas:

- * Pensamiento matemático avanzado
- * Pensamiento numérico
- * Pensamiento algebraico
- * Pensamiento geométrico
- * Paradigmas teóricos y metodológicos de la matemática educativa
- * Pensamiento de la probabilidad y la estadística
- * Incorporación de la tecnología y su impacto
- * Formación inicial y permanente de profesores
- * Desarrollo de curriculum

Mayor información:

Departamento de Matemática Educativa
Cinvestav-IPN
Apartado Postal 14-740
México 07000, DF

Correo electrónico:

relme15@sinectis.com.ar
ccrespo@sinectis.com.ar
clame@mail.cinvestav.mx

Páginas web:

<http://webs.sinectis.com.ar/ccrespo/>
<http://www.cinvestav.mx/clame/>

Teléfonos:

(52) 57.47.38.17
(52) 57.47.38.00 ext. 6008

Residuos peligrosos: grave riesgo ambiental

**Graciela Ruiz Aguilar, José Manuel
Fernández Sánchez y Refugio
Rodríguez Vázquez**

Uno de los problemas que enfrenta México en la actualidad es el tratamiento de los residuos que generan los diversos procesos industriales. Dentro de estos residuos se encuentran los peligrosos, que se han convertido en un grave problema ambiental. En este artículo presentaremos algunos de sus efectos sobre el ser humano y el medio ambiente, así como las alternativas de tratamiento y las medidas que está tomando el Gobierno Federal, con ayuda de diversas instituciones, para disminuir su presencia en el ambiente.

El creciente desarrollo industrial ha generado mejoras a la humanidad, pero también problemas ambientales que afectan, en menor o mayor grado, al medio que nos rodea. La industria genera contaminantes de manera diversa, dependiendo de las características de los procesos y del tipo de insumos y productos. Los contaminantes pueden ser identificados por su estado físico, composición química, o su descripción genérica. Dependiendo del volumen de generación y su concentración, estas sustancias pueden producir riesgos ambientales¹. Dada la desproporción que guarda el volumen creciente de residuos peligrosos (RP) generados, con la capacidad existente de manejo, vigilancia y control, cada vez con mayor frecuencia se observan desechos clandestinos en tiraderos municipales, barrancas, vías de carreteras, drenajes municipales o cuerpos de agua. Se cree que esta última opción es la que predomina, considerando que cerca del 90% de los RP se ubican en estado líquido, acuoso o semi-líquido, o bien se solubilizan o mezclan en las descargas de aguas residuales.

La Dra. Refugio Rodríguez Vázquez es investigadora titular del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Cinvestav. Graciela Ruiz Aguilar y José Manuel Fernández Sánchez son estudiantes de doctorado del mismo departamento. Dirección electrónica:

rrodrig@mail.cinvestav.mx, gruiz@mailbanamex.com.

Tabla 1. Residuos clasificados como peligrosos³.

Clasificación	Residuos
Por giro industrial y proceso	Acabado de metales y galvanoplastia Beneficio de metales Componentes electrónicos Curtiduría Explosivos Producción de hule Metales plásticos y resinas sintéticas Metalmecánica Minería Petróleo y química Pinturas y productos relacionados Plaguicidas Preservación de madera, producción en general Producción de baterías Químico-farmacéutica Química inorgánica Química orgánica Textiles
Fuente no específica	Actividades que generan RP y que no pueden aplicarse a diferentes giros o procesos Residuos provenientes de hospitales, laboratorios y consultorios médicos
Materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pintura	Aceites minerales, ácidos, monómeros y anhídridos Peróxidos, plastificantes, polioles y varios pigmentos Resinas Disolventes
Residuos y bolsas o envases de materias primas que se consideran peligrosas en la producción de pinturas	Ácidos, anhídridos, monómeros y peróxidos Secantes, pigmentos y varios Resinas Disolventes Residuos de materias primas en la producción Residuos de lavado con disolventes Lodos de destilación de disolventes Residuos del equipo anticontaminante Lodos del tratamiento de aguas residuales Lodos de limpieza de gases en equipo de control



La capacidad de manejo de los RP en nuestro país es sumamente limitada; sólo una mínima porción del total generado es transportado, reciclado, destruido o confinado en condiciones técnicas y ambientales adecuadas; agregamos a esto la cantidad de RP que han sido autorizados para su ingreso a México, y que de ellos sólo retornan a su país de origen el 3.18%; se observa que aun cuando disminuye esta proporción año con año siguen presentándose problemas ambientales².

¿Qué es un residuo peligroso?

Un RP es aquel residuo generado por la actividad humana y procesos productivos que en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas o biológico-infecciosas, representa un peligro para el equilibrio ecológico³. Estos residuos están clasificados según el giro industrial y el proceso en el que fueron generados (tabla 1)³. Algunos de estos RP pueden ser considerados como no peligrosos cuando no excedan los límites establecidos en los *Criterios*

de Peligrosidad de un Residuo. Estos criterios consideran las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o biológico-infecciosas (CRETIB) del residuo³.

Para establecer si un residuo es peligroso es necesario determinar sus constituyentes con base en el método de prueba de extracción (PECT). Este método determina la movilidad de los constituyentes de un residuo que lo pueden hacer peligroso por su toxicidad al ambiente⁴. Posteriormente se establece la técnica de manejo más apropiada para el residuo en cuestión. Se debe tener cuidado en no mezclar residuos que sean incompatibles, porque éstos podrían generar reacciones violentas que pueden afectar gravemente al medio ambiente. Para ello se ha establecido un listado de 107 grupos de residuos que pueden o no ser compatibles para su almacenamiento o tratamiento⁵. En la tabla 2 se presenta una relación de los compuestos considerados como peligrosos y los Estados de la República que contribuyen en su generación; por desgracia, el Distrito Federal es el principal aportador de estos residuos.

Efectos sobre el ambiente

El daño que estas sustancias pueden causar depende en primera instancia de su grado de toxicidad y, en segundo lugar, de si alcanzan una concentración suficiente para tener efectos nocivos, tanto en los sistemas bióticos como en los abióticos¹. Son especialmente dañinas las sustancias químicas que poseen propiedades de alta toxicidad, de persistencia ambiental o de bioacumulación y que son generadas por las actividades productivas. La persistencia ambiental se relaciona con la tendencia de una sustancia química a permanecer en el ambiente debido a su resistencia a la degradación química o biológica asociada a los procesos naturales. Los RP con una vida media corta por lo general no producen una acumulación significativa en el ambiente. En cambio, un residuo con una vida media mayor puede resultar en una exposición o acumulación sustancial en la cadena alimenticia (biomagnificación). Algunos compuestos organoclorados — como los bifenilos policlorados y metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio — son ejemplos típicos de contaminantes con elevada persistencia ambiental.

Tabla 2. Generación de residuos en algunas regiones geográficas⁷.

Tipo de residuo	Entidad federativa											
	Veracruz	D.F.	Edo. de México	Guanajuato	Tabasco	Tamaulipas	Nuevo León	Coahuila	Baja California	Baja California Sur	Sonora	Agua- calientes
Disolventes	27,963	251,725	157,075	82,852	4,697	28,182	100,002	37,193	51,011	3,550	25,342	18,406
Aceites gastados	50,589	455,397	284,166	149,889	8,497	50,984	180,914	67,287	92,285	6,422	45,846	33,298
Líquidos residuales de proceso	61,403	552,749	344,913	181,931	10,314	61,883	219,589	81,671	112,013	7,795	55,647	40,416
Sustancias corrosivas	17,271	155,475	97,015	51,173	2,901	17,406	61,765	22,972	31,507	2,193	15,622	11,368
Lodos	39,562	356,136	222,227	117,218	6,645	39,871	141,481	52,621	72,170	5,023	35,853	26,040
Sólidos	81,975	737,931	460,466	242,882	13,769	82,615	293,155	109,033	149,539	10,407	74,289	53,956
Breas	124	1,119	698	368	21	125	444	165	227	16	113	82
Escorias	13,420	120,809	75,384	39,763	2,254	13,525	47,993	17,850	24,482	1,704	12,162	8,833
Medicamentos y fármacos	115	1,034	645	340	19	116	411	153	209	15	104	76
Biológico- infecciosos	614	5,530	3,450	1,820	103	619	2,197	817	1,121	78	557	404
TOTAL	293,036	2,635,905	1,646,039	868,236	49,220	295,326	1,047,951	389,762	534,564	37,203	265,565	192,879

Es evidente que toda sustancia química puede involucrar peligros a la salud, a la seguridad de los seres vivos y al ambiente si alcanzan una concentración dada y la exposición se prolonga el tiempo suficiente para que ejerza sus efectos¹. El daño que puede sufrir una comunidad por la emisión de RP no depende únicamente de las características tóxicas, sino también de la posibilidad de que los residuos puedan entrar en contacto con la población. Si bien las rutas de exposición pueden variar de un residuo a otro y dependen de las características del ambiente, su persistencia y bioacumulación determinan el riesgo implícito.

La toxicidad de una sustancia se determina según los efectos letales, crónicos o subcrónicos que pueden presentarse en diferentes organismos. Sin embargo, en general se resaltan los posibles efectos adversos de las sustancias sobre la salud humana. Entre los indicadores de toxicidad comúnmente evaluados se destacan los siguientes:

- (a) letalidad aguda;
- (b) efectos subletales en especies no mamíferas;
- (c) efectos subletales en plantas;
- (d) efectos subletales en mamíferos;
- (e) teratogenicidad: cuando un compuesto causa defectos estructurales que afectan el desarrollo de un organismo;
- (f) genotoxicidad-mutagenicidad: son los cambios que se producen en el material genético de la célula, pueden producir defectos de nacimiento, aborto o cáncer;
- (g) carcinogenicidad: cuando una sustancia es capaz de producir cáncer.

Cuando los RP entran al ambiente pueden ser ingeridos y retenidos en altas concentraciones por los organismos, ocasionándoles serios trastornos, incluso la muerte. Cuando estas concentraciones son bajas causan efectos subletales, como la reducción del tiempo de vida de ciertas especies, incremento de la susceptibilidad a enfermedades, así como efectos mutagénicos y teratogénicos¹.

México tiene poca experiencia en estudios sistemáticos sobre el efecto al ambiente causado por RP; sus tiempos de residencia en los ecosistemas, flujos, destinos finales, y posibles impactos sobre la biota y la salud humana. Los ecosistemas mantienen capacidades de carga limitada para asimilar contaminantes. La presencia y cantidad de contaminantes introducidos puede representar un riesgo



de desequilibrio para dichos ecosistemas, con las consecuencias de degeneración de los ciclos naturales de materiales y agotamiento de recursos.

Los accidentes se pueden presentar por causas naturales o antropogénicas. Explosiones, incendios y fugas o derrames de productos de alta peligrosidad constituyen accidentes en las industrias que afectan seriamente al ambiente. Estos accidentes dependen de tres variables básicas: presión, temperatura y concentración de las diversas sustancias presentes, así como las condiciones de recipientes, construcciones, diseño de los equipos y características de la transportación de dichas sustancias.

Frecuentemente la contaminación provocada o accidental de los alimentos es uno de los medios por los cuales los seres humanos estamos expuestos a los RP. En 1968, en Japón, la distribución de un aceite comestible contaminado con bifenilos policlorados durante su elaboración provocó una intoxicación masiva de la población (accidente de Yusho). Los síntomas comunes que se

presentaron entre la población fueron erupciones acneliformes, pigmentación de la piel y uñas, fatiga, pérdida del apetito, náuseas, vómito y en algunos casos se encontró la formación de tumores e incluso la muerte⁶.

Para prevenir accidentes con repercusiones ambientales se establece el concepto de riesgo que involucra dos factores:

- (1) magnitud del evento y de sus efectos, cuantificados en una escala adecuada;
- (2) probabilidad de que se presente el evento correspondiente.

Un nivel de riesgo aceptable implica considerar diversos factores:

- (a) problemas del sitio de ubicación de la planta;
- (b) escaso espacio interno y arreglo general inadecuado;
- (c) estructura fuera de especificaciones;
- (d) evaluación inadecuada de materiales;
- (e) problemas del proceso químico;
- (f) fallas del equipo;
- (g) falta de programas eficientes de seguridad tanto internos como externos.

La necesidad de evaluar el riesgo ambiental surge de la importancia de preservar los ecosistemas, la población o los bienes circundantes a los sitios en donde se efectúan actividades riesgosas. El procedimiento para realizar estudios de riesgos consta de tres niveles: (1) informe preliminar de riesgo; (2) análisis de riesgo; (3) análisis detallado de riesgo. El nivel de estudio depende de la complejidad de los procesos industriales desarrollados por la empresa que será evaluada¹.

Estrategias para el tratamiento de residuos peligrosos

En México, el tratamiento de los RP está limitado por la falta de información o conciencia de algunas instituciones. Esto ha impedido un manejo adecuado de dichos residuos, la creación de mercados, esquemas de concertación y regulación, que permitan el tratamiento o manejo de los RP de manera segura¹. A lo anterior se debe agregar que muchas industrias laboran en forma artesanal o con procesos semindustriales, que en lugar de reducir la generación de RP la incrementan al utilizar agentes más agresivos que los tradicionales. Es importante contar con



personal capacitado en materia ambiental para que identifique los problemas y los resuelva, además de tener una eficiente regulación ambiental.

Una de las estrategias más fuertes que propone el Gobierno Federal es la reducción de los residuos a través del Programa para la Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000. Esto implica que una "industria adopte medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los subproductos generados que precisan un tratamiento o eliminación final"¹. Lo anterior se logra disminuyendo los residuos desde su origen o bien reciclando o recuperando los subproductos. Las ventajas que presenta este tipo de estrategia son:

- (a) reducción de los costos de producción,
- (b) reducción en los costos de manejo y consumo de materiales,

- (c) las inversiones frecuentemente son rentables,
- (d) mejor imagen ante el consumidor,
- (e) mejor calidad de los productos,
- (f) mejor ambiente de trabajo.

Su aplicación, sin embargo, implica una fuerte inversión económica por parte de la empresa, lo que hace que esta estrategia sea poco rentable a corto plazo. Existe escasa información sobre experiencias en otros países. No se tiene regulación y vigilancia efectivas que impidan la disposición ilegal y sin control de los residuos y se carece de incentivos económicos que estimulen a las empresas a tratar sus residuos. Todo lo anterior reduce el interés por parte de los empresarios para establecer programas de minimización. Es por ello que el gobierno plantea la promoción de las siguientes acciones¹.

- (a) Fortalecer la inspección y vigilancia para asegurar la disminución de costos en empresas industriales, de tal forma que la minimización se consolide como opción competitiva.
- (b) Promover y fomentar normas voluntarias a través de convenios de autorregulación que tiendan al cambio de insumos, rediseño de procesos, reciclaje o recuperación de materiales secundarios.
- (c) Promover las normas ISO 14000 y su generalización entre las grandes empresas industriales.
- (d) Identificar corrientes críticas de residuos en la micro y pequeña industria, y diseño de mecanismos regulatorios o de concertación que tiendan a sustituir las materias primas precursoras (sustancias orgánicas cloradas, metales pesados).
- (e) Apoyar y desarrollar el Centro Mexicano para la Producción más Limpia, como mecanismo de documentación y difusión de tecnologías de minimización.

De 1,668,936 toneladas de residuos que se generan anualmente en México sólo el 12.7 % recibe un tratamiento⁷. Los tratamientos que se les aplican son: confinamiento en tambos o a granel, oxidación térmica, reciclaje energético de líquidos limpios, combustibles y



líquidos en general, incluyendo disolventes, reciclaje y recuperación, tratamientos físico-químicos que involucran neutralización de ácidos y bases, y manejo de cianuros y metales pesados.

Además, con el apoyo del gobierno y de la iniciativa privada, se están desarrollando en diversas instituciones (Cinvestav, UAM, UNAM, UAEM) proyectos de investigación tendientes al tratamiento de los residuos más peligrosos como los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos poliaromáticos (PHA), pentaclorofenol, insecticidas y derivados del petróleo. Se han tenido niveles aceptables de reducción de los RP en los diferentes sistemas estudiados. Otra actividad que está realizando el gobierno es la creación de la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR) y del Sistema de Rastreo de Residuos Peligrosos (SIRREP). Estos organismos se formaron con la finalidad de administrar y dirigir todo lo relacionado con los RP, así como establecer una comunicación entre los diferentes sectores involucrados para la capacitación en el manejo de los RP y para fomentar la investigación y desarrollo tecnológico en el área.

Conclusiones

Como consecuencia del avance tecnológico, los volúmenes de generación de RP han aumentado considerablemente

hasta el punto que nos hemos visto imposibilitados a detener este desmesurado crecimiento, que provoca grandes daños a nuestro entorno. El volumen existente de RP tiende a rebasar su capacidad de manejo y disposición. Es urgente la creación de sistemas de tratamiento para reducir los niveles de RP; no obstante, los proyectos existentes se han visto limitados por la falta de programas e incentivos de apoyo por parte del sector privado o gubernamental para su completo desarrollo. Hoy más que nunca debemos adoptar como filosofía que más vale prevenir que lamentar, como medida de control de los RP y para crear un medio ambiente más seguro y limpio.



Notas

1. SEMARNAP, Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996 - 2000.
2. INE y SEMARNAP, Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas (www.ine.gob.mx/dgmrar/ri/grg-giro/sld001.htm; 1997).
3. NOM-CRP-001-ECOL/1993: características de los residuos peligrosos, el listado de los mismo y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

4. NOM-CRP-002-ECOL/1993: procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad.

5. NOM-CRP-003-ECOL/1993: procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.

6. H. Urabe y M. Asahi, *Environment Health Perspective* **59**,11 (1985).

7. INE y SEMARNAP, Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgosas (1998).



Informe de labores 2000

Adolfo Martínez Palomo

1. Presentación

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (Cinvestav) mantiene un lugar de preeminencia nacional en la producción científica y en la formación de especialistas e investigadores, como muestra el incremento de la producción de artículos científicos, y del número de nuevos maestros y doctores formados durante el año 2000.

La solidez de las investigaciones científicas y tecnológicas de vanguardia que se realizan en el Cinvestav es el fruto de la originalidad y el rigor de los estudios teóricos y experimentales que realizan sus investigadores. Es sin duda la calidad de la planta académica el factor que mantiene el liderazgo científico de nuestra institución.

La continuación del apoyo para las estancias posdoctorales de nuestros investigadores en instituciones extranjeras del más alto prestigio académico, así como la implantación de nuevos programas de estancias en nuestros laboratorios de jóvenes recién doctorados de otras universidades, y de profesores consolidados visitantes, son ingredientes adicionales para el enriquecimiento de la atmósfera científica del Centro.

La incorporación de nuevos investigadores, de preferencia jóvenes entrenados en áreas de avanzada, seguirá siendo impulsada y facilitada con apoyos especiales que les permita iniciar en condiciones apropiadas su trabajo en la institución. De esta manera se busca asegurar la formación de nuevos grupos que

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

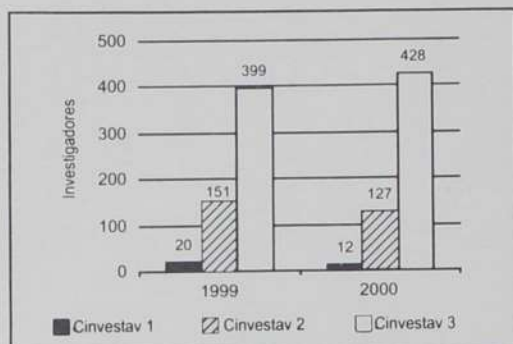


Figura 1. Distribución de la planta de investigadores por categorías académicas.

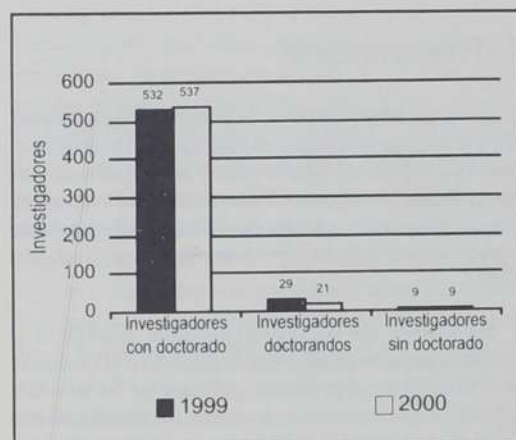


Figura 2. Distribución de investigadores con doctorado.

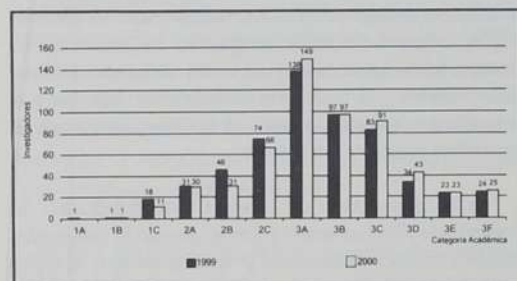


Figura 3. Distribución de investigadores por categoría y nivel académicos.

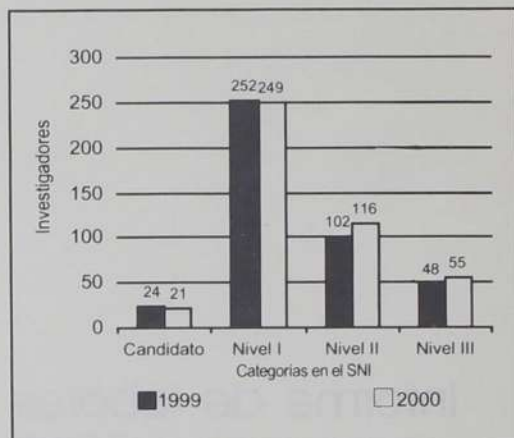


Figura 4. Distribución de investigadores por categoría en el SNI.

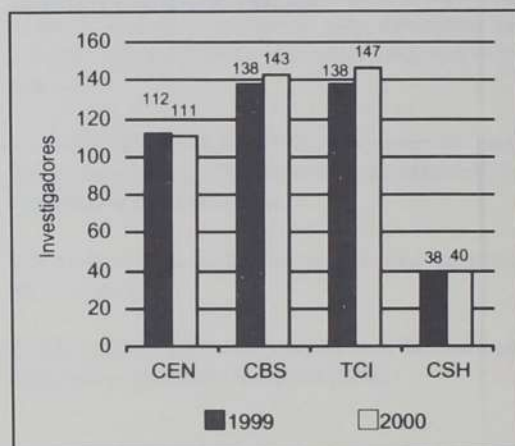


Figura 5. Distribución de investigadores en el SNI por área del conocimiento.

coexistan con los de nuestros investigadores experimentados, en un balance adecuado que asegure la renovación de la institución.

El elevado nivel de los recursos humanos que forma la institución se ha logrado mediante programas de maestría y doctorado de la mejor calidad académica, reconocida por el Conacyt desde 1992 cuando integró el Padrón de Posgrados de Excelencia y que en 1997 y 1998 refrendó, incorporando al Padrón a todos los programas del Cinvestav.



La instrumentación de políticas de gestión tecnológica, a través de la reciente creación de la Subdirección de Vinculación Tecnológica, permitirá facilitar la transferencia de conocimiento y tecnología a la planta productiva del país, generando una fuente adicional de financiamiento institucional. Las estrategias de gestión tecnológica propuestas buscan potenciar y desplegar las capacidades y competencias institucionales con el fin de fortalecer los canales de vinculación con el sector industrial.

El modelo de descentralización del trabajo institucional ha mostrado ser el más exitoso en nuestro país. Existe la firme convicción de continuar realizando un esfuerzo especial para robustecer las unidades Mérida, Irapuato y Saltillo, así como consolidar las unidades Guadalajara y Querétaro. En esta etapa de su desarrollo, es imperativo dotar a todas ellas de una estructura organizacional que haga eficiente el apoyo a las actividades

sustantivas. Con la experiencia acumulada será posible consolidar nuevas iniciativas de descentralización, en caso de disponer de los recursos adecuados.

Una herramienta valiosa en la conducción del Cinvestav en los últimos cuatro años ha sido el seguimiento de un Plan de Desarrollo Institucional. El ejercicio comparativo de las metas planeadas con las acciones realizadas obliga a refrendar las estrategias de operación seguidas.

La nueva estructura orgánica deberá responder a criterios de eficiencia, optimización y competencia, con un énfasis de servicio a las áreas de investigación y docencia. Con la misma dimensión del aparato administrativo, la transformación organizacional radicará en la reorientación de funciones y en la redistribución de personal, con el fin de apoyar mejor las actividades sustantivas del Centro.

La reputación y prestigio de que goza el Cinvestav son producto de la mística de trabajo de su comunidad académica. La administración no puede sino corresponder con igual compromiso para mantener el rumbo ascendente de nuestra institución, siguiendo los lineamientos establecidos por la Junta Directiva del Cinvestav.

2. Programa de liderazgo científico

Crecimiento de la planta académica

Nuevas contrataciones. La jubilación de un investigador, aunado a la conclusión de estancias de algunos investigadores invitados determinaron, durante el 2000, un decremento del 0.5% en el total de investigadores, en relación con las cifras de 1999 (figura 1).

Investigadores repatriados. En 2000 el Conacyt, a través del Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, otorgó apoyo económico para repatriar a 16 investigadores.

Cátedras patrimoniales. Por medio del Fondo para la Creación de Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel II, el Conacyt aprobó la estancia de 15 investigadores.

Tabla 3. Distinciones y premios académicos.

Investigador	Unidad/Departamento	Distinción	Investigador	Unidad/Departamento	Distinción
Jorge Aceves Ruiz	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	Premio Nacional de Ciencias y Artes	Beatriz Xoonostle Cázares	Biología y Bioingeniería	Premio Carlos Casas Campillo, Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería
Arnulfo Albores Medina	Sección Externa de Toxicología	Premio Aventis, Academia Nacional de Medicina de Colombia	Humberto F. Astiazarán García (estudiante)	Patología Experimental	Premio Dr. Gastón Madrid Sánchez, Gobierno del Estado de Sonora
Ricardo Cantoral Uriza	Matemática Educativa	Beca Guggenheim, EUA	Patricia Camarena Gallardo (estudiante)	Matemática Educativa	Premio ANUIES a la mejor tesis doctoral en educación superior
Emilia Ferreiro Schiavi	Investigaciones Educativas	Doctorado Honoris Causa, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.	Arturo Cueto Hernández (estudiante)	Matemáticas	Premio Weizman 1999, Academia Mexicana de Ciencias a las mejores tesis doctorales en ciencias exactas y naturales
Vinicio Granados Soto	Farmacobiología	Premio AMEFAR-MMATISS, Asociación Mexicana de Farmacología y MMATISS	Tomas D. López Díaz (Estudiante)	Genética y Biología Molecular	Premio Weizman 1999, Academia Mexicana de Ciencias a las mejores tesis doctorales en ciencias exactas y naturales
Alfredo H. Herrera Estrella	Irapuato	Premio de Investigación, Academia Mexicana de Ciencias	José A. Hernández Hernández (estudiante)	Sección Externa de Farmacología	Premio AMEFAR-MMATISS, Asociación Mexicana de Farmacología y MMATISS
Luis R. Herrera Estrella	Irapuato	Medalla de Oro, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Suiza	José Pérez Urizar (auxiliar de investigación)	Sección Externa de Farmacología	Premio AMEFAR-MMATISS, Asociación Mexicana de Farmacología y MMATISS
Alberto Herrera Gómez	Querétaro	Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Industria Mexicana de Coca Cola	Ulises Nucamendi Gómez (estudiante)	Física	Premio Arturo Rosenblueth 1999 en el área de Ciencias Exactas y Naturales
Adolfo Martínez Palomo	Patología Experimental	"Médico Mexicano Sobresaliente del Siglo XX", Secretaría de Educación Pública	Haydeé Rosas Vargas (estudiante)	Genética y Biología Molecular	Premio Arturo Rosenblueth 1999 en el área de Ciencias Biológicas y de la Salud
María E. Orozco Orozco	Patología Experimental	Premio Canifarma 1999, Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica	Marco I. Ramírez Sosa Moran (estudiante)	Ingeniería Eléctrica	Premio Arturo Rosenblueth 1999 en el área de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería
Octavio Paredes López	Irapuato	Premio Vasco de Quiroga de Plata, Municipio de Irapuato, Guanajuato			
Jorge Suárez Díaz	Ingeniería Eléctrica	Premio Nacional de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica 1998, Colegio de Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica			

Tabla 1. Membresía en el SNI (planta académica).

Area	Candidato		Nivel I		Nivel II		Nivel III		Total	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
CEN	6	5	54	47	31	36	21	23	112	111
CBS	3	3	87	88	32	35	16	17	138	143
TCI	14	11	89	92	26	32	9	12	138	147
CSH	1	2	22	22	13	13	2	3	38	40
TOTAL	24	21	252	249	102	116	48	55	426	441

CBS: Ciencias Biológicas y de la Salud, CEN: Ciencias Exactas y Naturales.

CSH: Ciencias Sociales y Humanidades, TCI: Tecnología y Ciencias de la Ingeniería

Superación académica

Investigadores doctorandos. Del total de investigadores, 537 tienen el grado de doctor (8 obtuvieron el grado durante el año). El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo del 6.6% al 5.2% y el número de investigadores sin inscripción al doctorado representa el 1.5% (figura 2).

Investigadores en posdoctorado. Un total de veintitrés investigadores continuaron o iniciaron estancias posdoctorales en el extranjero.

Promociones de categoría. Como consecuencia del programa de superación académica el número de investigadores en la categoría de Investigador Cinvestav 1 ha disminuido. En 1999 esta categoría representaba el 3.5% y actualmente constituye sólo el 2.1% del total de los investigadores (figura 3).

Distinciones y reconocimientos

Membresía en el SNI. En la promoción 2000 del Sistema Nacional de Investigadores, 441 investigadores del Cinvestav formaron parte del SNI, esto representa el 79.45% del total de investigadores adjuntos y titulares. La distribución de membresía en el SNI, por categoría y nivel, en cada una de las áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav, se presenta en la tabla 1. Los niveles II y III se incrementaron en 13.7% y 14.5%, respectivamente. En relación con el año anterior, se tuvo un aumento del 3.5% en la membresía en el SNI (figura 4). Por área del conocimiento esta información se presenta en la figura 5. Además del personal académico, contamos con 13 estudiantes de doctorado, 14 auxiliares de

Tabla 2. Membresía en el SNI (estudiantes y personal de apoyo).

Categoría	Candidato		Nivel I		Total	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Estudiantes de Doctorado	36	13	2	-	38	13
Auxiliares de Investigación	7	7	8	7	15	14
Instructores	2	2	-	1	2	3
Total	45	22	10	8	55	30

investigación y 3 instructores con membresía en el SNI (tabla 2).

La disminución en el número de estudiantes de doctorado, miembros del SNI, se debe fundamentalmente a que a partir de 1998 el Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores fue modificado, señalando como requisito en su artículo 1° que sólo los investigadores o profesores activos de tiempo completo en una institución de educación superior o de investigación podrán ingresar a dicho sistema.

Premios y distinciones. Dentro de los premios recibidos en 2000, el Cinvestav se vio galardonado con el Premio Nacional de Ciencias y Artes del Gobierno de la República (tabla 3).

Proyectos institucionales de investigación científica y tecnológica

Durante el año estuvieron en ejecución 654 proyectos de investigación científica y tecnológica. Esta cantidad representa el total de los proyectos vigentes en algún trimestre del año 2000 (tabla 4).

El alto número de proyectos que estuvieron en ejecución en algún trimestre de 2000 obedece a que en dicho año iniciaron 155 proyectos, que se sumaron a 499 proyectos de años anteriores, pero todavía vigentes en 2000. En la tabla 5 aparece el número de proyectos iniciados en este año, el número de proyectos que concluyeron y el de proyectos prorrogados en el último trimestre.

El promedio de proyectos en ejecución durante este año decreció aproximadamente 5% con respecto al promedio de proyectos en ejecución en 1999 (tabla 6). Por otra parte, el promedio de proyectos en ejecución

Tabla 4. Proyectos de investigación por área del conocimiento.

Área	Núm. de proyectos
CEN	157
CBS	204
TCI	252
CSH	41
Total	654

Tabla 5. Proyectos iniciados y concluidos en 2000.

Área	Proyectos que se iniciaron en el periodo	Proyectos que concluyeron en el periodo	Proyectos que se prorrogaron en el cuarto trimestre
CEN	33	53	18
CBS	51	58	20
TCI	64	81	34
CSH	7	17	8
Total	155	209	80

Tabla 6. Proyectos en ejecución en 1999 y 2000.

Área	Promedio en ejecución en 1999	Promedio en ejecución en 2000
CEN	125	138
CBS	179	175
TCI	254	215
CSH	41	38
Total	599	566

Tabla 7. Proyectos programados y ejecutados en 2000.

Área	Metas programadas 2000	Promedio en ejecución 2000
CEN	149	138
CBS	231	175
TCI	93	215
CSH	35	38
Total	508	566

Tabla 8. Proyectos otorgados en el programa JIRA.

Área	Número de apoyos otorgados
CEN	3
CBS	7
TCI	6
Total	16

Tabla 9. Proyectos aprobados por el Conacyt en 2000.

Área	Número de apoyos otorgados	Montos
CEN	20	35,952,150.00
CBS	29	39,668,379.00
TCI	33	56,526,058.00
CSH	2	4,033,051.00
Total	84	136,179,638.00

Tabla 10. Número total de proyectos con apoyo de Conacyt durante 2000.

Área	Proyectos apoyados en convocatorias anteriores al 2000	Núm. de proyectos apoyados en la convocatoria 2000	Total
CEN	91	20	111
CBS	99	31	130
TCI	101	45	146
CSH	12	2	14
Total	303	98	401

Tabla 11. Proyectos con cofinanciamiento nacional en 2000.

Área	Proyectos
CEN	112
CBS	159
TCI	169
CSH	20
Total	460

durante 2000 supera en 11% a las metas programadas para el mismo año (tabla 7). Como se ha mencionado en anteriores reportes, las diferencias que se observan entre el número de proyectos programados y los ejecutados en las áreas de CBS y TCI, obedece a que en 1998 se incluyeron en el área de TCI los proyectos desarrollados en la Unidad Irapuato, y en los años anteriores se consideraban dentro de CBS. En los últimos años, las unidades foráneas, consideradas dentro del Área de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (con excepción de la Unidad Mérida) han recibido un importante impulso, con la conversión en Unidades de los Laboratorios de Investigación en Materiales de Querétaro y de Ingeniería Eléctrica y Computación en Guadalajara y la autorización de sus respectivos programas de maestría y doctorado.

Apoyos institucionales extraordinarios

Programa JIRA. El Cinvestav convocó, por cuarto año consecutivo, a los jóvenes investigadores recién adscritos a este Centro a participar en el Programa JIRA, con el objetivo de ofrecerles un apoyo económico extraordinario, tanto en gasto de operación como de inversión. En el marco de este programa, el 17 de abril de 2000 el Cinvestav suscribió 16 convenios con profesores jóvenes de esta institución, para desarrollar proyectos de investigación con una duración de un año. La distribución de los apoyos otorgados por áreas del conocimiento se presenta en la tabla 8.

Proyectos cofinanciados. De los 654 proyectos en ejecución durante el 2000, 574 recibieron apoyo financiero externo como complemento a los recursos fiscales destinados a su desarrollo. El apoyo financiero provino de organismos o agencias nacionales e internacionales de apoyo a la ciencia o de entidades gubernamentales. A continuación, se presenta la información relativa a este tipo de proyectos.

Proyectos con cofinanciamiento nacional

(a) *Proyectos de investigación Conacyt.* En el marco del Concurso para el Apoyo a Proyectos de Investigación, Convocatoria 2000, emitida por el Conacyt, los investigadores sometieron 112 propuestas de investigación para desarrollar durante los próximos dos o tres años. Como resultado de la evaluación académica, el Conacyt decidió canalizar a la Institución la cantidad de

\$91,087,578.00 para desarrollar 79 proyectos de investigación, es decir, el 71% de las propuestas sometidas, porcentaje que supera al obtenido por nuestra institución en años anteriores (67%). Este porcentaje excede, de manera importante, al porcentaje de proyectos apoyados (con respecto a los sometidos) que obtuvieron el resto de las instituciones nacionales. Como en años anteriores, el Cinvestav sigue siendo líder nacional al conseguir el mayor porcentaje de proyectos aprobados.

Asimismo, el Cinvestav obtuvo apoyo a través del Programa para la Identificación y Selección de Campos Nuevos, Emergentes o Rezagados, y de la Iniciativa Científica del Milenio, para realizar un proyecto en el marco de cada una de estas convocatorias emitidas por el Conacyt. El monto ascendió a \$35,000,000.00.

La Unidad Irapuato recibirá un apoyo financiero por la cantidad de \$7,900,000.00 para desarrollar tres propuestas aprobadas en el contexto de la convocatoria de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la biotecnología. Aunado a lo anterior, el Conacyt dio otros apoyos por la cantidad de \$2,192,160.00. Los Consejos de ciencia y tecnología de los estados de Guanajuato y Querétaro apoyaron también algunos proyectos (tabla 9).

Sumados a estos proyectos, durante el 2000 el Conacyt continuó su apoyo para que en el Cinvestav se desarrollaran 303 proyectos de investigación que iniciaron en años anteriores y que mantuvieron su vigencia durante el pasado año. En la tabla 10 se desglosa por área del conocimiento la información relativa al total de proyectos de investigación cofinanciados por el Conacyt.

(b) *Proyectos apoyados por entidades nacionales, proyectos intersectoriales.* Estuvieron en ejecución 59 proyectos de investigación cofinanciados con 34 entidades nacionales, entre las que destacan: El Colegio de México, Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (Cosnet), Comisión Nacional para la Biodiversidad (Conabio), Fundación Miguel Alemán, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Funsalud, Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto Nacional de Salud Pública, Instituto Nacional de Ecología, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Secretaría de Salud, Secretaría del

Tabla 12. Proyectos de cooperación bilateral.

Área	Proyectos de cooperación bilateral
CEN	11
CBS	9
TCI	17
CSH	2
Total	39

Tabla 13. Total de proyectos con cofinanciamiento internacional.

Área	Número de proyectos
CEN	18
CBS	45
TCI	40
CSH	11
Total	114

Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semamap), Secretaría de Turismo.

(c) Total de proyectos con cofinanciamiento nacional.

Un total de 460 proyectos estuvieron cofinanciados por alguna agencia nacional. Esta cifra incluye tanto proyectos Conacyt, como intersectoriales (tabla 11).

Proyectos de investigación con cofinanciamiento internacional

En este periodo, estuvieron en ejecución 114 proyectos con contraparte internacional.

(a) Proyectos de cooperación bilateral. Financiamiento Conacyt-Cinvestav. Durante el año 2000 estuvieron en ejecución 39 proyectos de cooperación bilateral llevados a cabo con diversos países, entre los que se encuentran: Alemania, Costa Rica, Cuba, República Checa, Estados Unidos, España, Francia, Hungría, Italia, Japón, Nicaragua y Polonia. En la tabla 12 se desglosa, por áreas del conocimiento, la información referida.



(b) Proyectos cofinanciados por agencias internacionales de apoyo a la ciencia. Estuvieron en ejecución 75 proyectos de investigación cofinanciados por 45 agencias internacionales de apoyo a la ciencia, entre las que destacan la Comisión Europea, Institutos Nacionales de Salud, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Fundación Mac Arthur, Instituto Médico Howard Hughes, Fundación Rockefeller, Instituto Pasteur, Universidad de Nueva York, Academia de Ciencias del Tercer Mundo.

(c) Total de proyectos con cofinanciamiento internacional. El total de proyectos que recibieron apoyo económico internacional fue de 114, cifra que incluye los de cooperación bilateral cofinanciados por el Conacyt, así como los aprobados por organismos y agencias de diversos países (tabla 13).

(d) *Total de proyectos con cofinanciamiento externo.* Se resume en la tabla 14 el número total de proyectos que recibieron apoyo económico de agencias o instituciones nacionales o internacionales.

Producción científica

Artículos en revistas nacionales e internacionales. El Cinvestav publicó 806 artículos en revistas científicas especializadas del mayor prestigio. De éstos, el 85% apareció en las mejores publicaciones científicas del área o disciplina respectiva, esto es, revistas que tienen un comité editorial conformado por especialistas mundiales del mayor reconocimiento, cuentan con difusión internacional y son de las más citadas por la comunidad de expertos. Estas revistas están indizadas en el *Institute for Scientific Information* con un factor de impacto, número relacionado con el promedio anual de citas que reciben los artículos que se publican en ellas. El 15% restante fue publicado en otras revistas de circulación internacional o en publicaciones periódicas editadas en nuestro país. El número de artículos publicados en revistas con factor de impacto y revistas de circulación internacional o publicaciones nacionales aparece desglosado por áreas de conocimiento en la tabla 15.

El Cinvestav publica alrededor del 14% del total de artículos que anualmente se generan en México y aparecen en revistas con factor de impacto. Esta cifra expresa su alta productividad, ya que este Centro participa sólo con el 6% del total de miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

La producción de artículos científicos se incrementó 15% con respecto a la producción generada el año anterior. El área que tuvo mayor participación en este incremento fue TCI (con un 31%, tabla 16).

De igual forma, el Centro realiza una importante labor de difusión y divulgación del conocimiento original que se genera en la Institución, no sólo por la edición de la revista *Avance y Perspectiva*, sino porque además los investigadores difunden y dan a conocer su trabajo en otras revistas del género dirigidas a un público no especialista. El total de artículos de divulgación científica que publicó el Cinvestav en el año reportado ascendió a 57.

Memorias en congresos nacionales e internacionales. La presencia del Cinvestav en los más importantes foros de discusión científica, tanto nacionales como internacionales, es constante. El cuadro que aparece a continuación muestra el número de artículos en extenso que publicaron los investigadores del Cinvestav en memorias de congresos nacionales e internacionales. Estas publicaciones cuentan con comité editorial y los artículos son sometidos a arbitraje (tabla 17). Además de la publicación de artículos en las memorias, los investigadores del Cinvestav presentaron 1,218 comunicaciones en congresos internacionales y nacionales (tabla 18).

Libros y monografías. Los investigadores también participaron en la elaboración de libros especializados, tanto como editores, como autores de libros o de capítulos de libros (tabla 19).

Es necesario resaltar la importante labor realizada por los investigadores del Área de Ciencias Sociales y Humanidades en la edición y elaboración de libros especializados en las disciplinas que cultivan. Destaca también su trabajo en la elaboración de libros de texto: en el año 2000 diseñaron y redactaron 17 libros de texto, resultado de su investigación, mismos que fueron editados por importantes casas editoriales o por la propia Secretaría de Educación Pública.

3. Programa de calidad educativa

Programas de maestría y doctorado. Durante el periodo estuvieron en operación 26 programas de maestría en ciencias (M) y 25 programas de doctorado en ciencias (D). En el 2000 empezaron a operar los programas de maestría y doctorado en ciencias en la especialidad de Control Automático del Departamento de Control Automático y el programa de doctorado en ciencias de Materiales de la Unidad Querétaro (tabla 20).

Formación de maestros y doctores en ciencias

Alumnos atendidos. En este periodo se atendió a 1,999 alumnos en los programas de maestría y doctorado, lo que se traduce en un incremento del 6.3% en comparación

Tabla 14. Total de proyectos con financiamiento externo.

Área	Núm. de proyectos
CEN	130
CBS	204
TCI	209
CSH	31
Total	574

Tabla 15. Artículos de investigación publicados en 2000.

Área	Núm. de artículos publicados en revistas con factor de impacto	Núm. de artículos publicados en revistas internacionales o nacionales	Total
CEN	286	21	307
CBS	195	22	217
TCI	207	44	251
CSH	4	27	31
Total	692	114	806

Tabla 16. Artículos en revistas internacionales.

Área	Artículos publicados 1999	Artículos publicados 2000
CEN	285	307
CBS	193	217
TCI	191	251
CSH	32	31
Total	701	806

Tabla 17. Artículos publicados en memorias de reuniones académicas.

Área	Artículos publicados en memorias de congresos internacionales	Artículos publicados en memorias de congresos nacionales
CEN	59	30
CBS	75	21
TCI	206	95
CSH	21	9
Total	361	155

Tabla 18. Comunicaciones a congresos

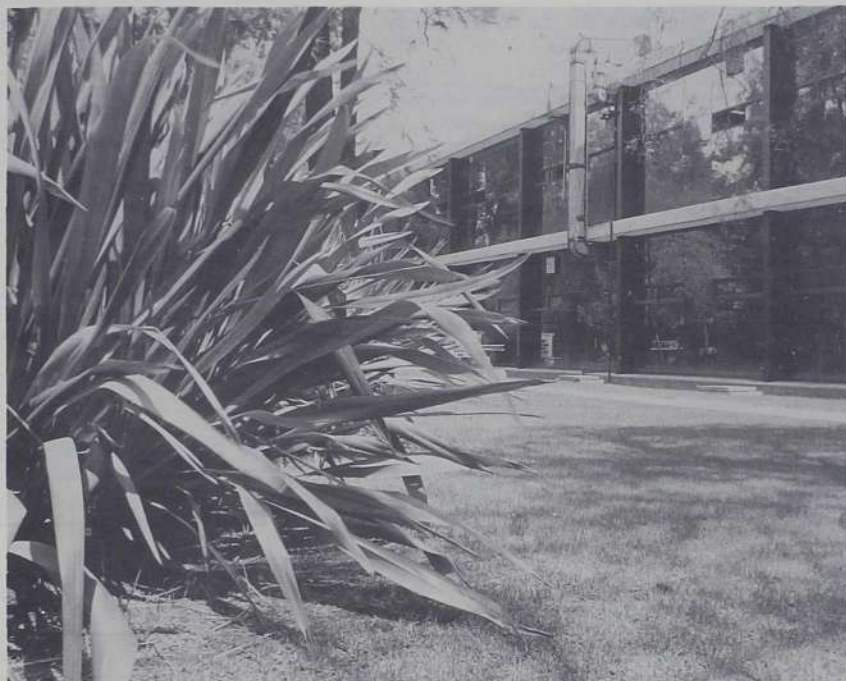
Área	Congresos nacionales e internacionales
CEN	239
CBS	615
TCI	313
CSH	51
Total	1,218

Tabla 19. Libros editados y publicados en 2000.

Área	Edición de Libros	Libros	Capítulos de libros
CEN	12	1	3
CBS	5	3	14
TCI	3	1	21
CSH	11	8	49
Total	31	13	87

Tabla 20. Programas de posgrado ofrecidos por el Cinvestav.

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



con el año anterior (tabla 21). La distribución de los alumnos atendidos, por áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav, se presenta en la tabla 22. En la figura 6 se muestra la distribución de los alumnos en las cuatro áreas del conocimiento y por tipo de programa. En las unidades foráneas del Cinvestav se atendieron 620 alumnos, que representan el 31% del total.

Otros alumnos atendidos. Además de los alumnos inscritos en los programas de maestría y doctorado, se atendieron 486 alumnos de prerequisites, que en relación con los 426 del año anterior, representan un aumento del 14.1%. De éstos, 186 fueron recibidos en las unidades foráneas. De igual forma, este año, se atendieron 685 estudiantes de otras instituciones que acudieron al Cinvestav en busca de apoyo del personal académico, dentro de las modalidades que se desglosan en la tabla 23.

Cursos de posgrado impartidos. El número de cursos impartidos durante el 2000 fue de 734, de los cuales 194

corresponden a los programas de las unidades foráneas (tabla 24).

Maestros y doctores graduados. En este año se graduaron 295 estudiantes, 207 maestros en ciencias y 86 doctores en ciencias. Estos datos incluyen 69 maestros en ciencias y 9 doctores en ciencias graduados en las unidades foráneas. En la tabla 25 se muestra la distribución por área del conocimiento.

El número de graduados en maestría, respecto al año anterior, tuvo un aumento del 18.3%. En cuanto al doctorado, el aumento fue del 10.2%.

Por otro lado si observamos las cifras de graduación de maestros en ciencias en los últimos 6 años, se puede ver que en 1998 fue mucho más alta, lo cual se debió a que ese año se hizo un esfuerzo por graduar a alumnos de generaciones anteriores que no habían concluido sus tesis. Sin embargo, en el caso de los graduados de doctorado, las cifras han aumentado progresivamente, como se muestra en la tabla 26. En la figura 7 se muestra

Tabla 21. Distribución de alumnos de posgrado.

Programa	Alumnos de posgrado atendidos	
	1999	2000
Doctorado	806	864
Maestría	1,075	1,135
Total	1,881	1,999

Tabla 22. Alumnos de posgrado por área del conocimiento.

Área	Alumnos de posgrado	
	1999	2000
CEN	278	274
CBS	545	549
TCI	849	920
CSH	209	256
Total	1,881	1,999

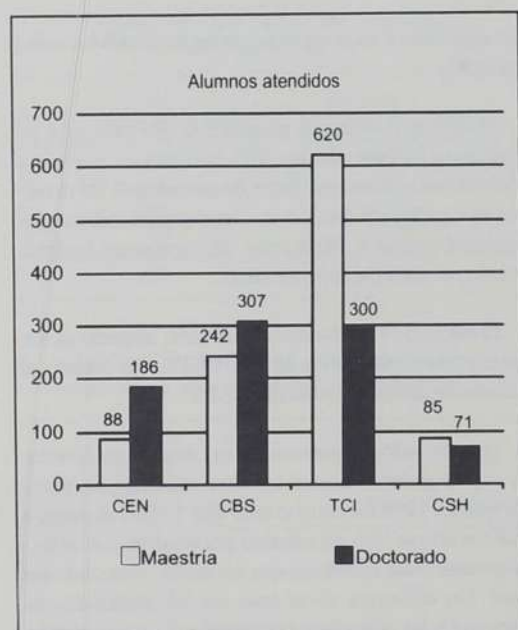


Figura 6. Distribución de estudiantes por área del conocimiento.

Tabla 23. Alumnos atendidos de otras instituciones.

Actividad	Distrito Federal	Unidades Foráneas	Total
Tesistas de licenciatura	158	66	224
Prácticas profesionales	11	61	72
Verano de investigación	22	9	31
Servicio social	95	80	175
Tesistas de posgrado	56	46	102
Estancias de investigación	49	32	81
Total	391	294	685

Tabla 24. Cursos de posgrado impartidos.

Área	2000
CEN	135
CBS	137
TCI	345
CSH	117
Total	734

Tabla 25. Estudiantes graduados.

Área	1999		2000	
	Maestría	Doctorado	Maestría	Doctorado
CEN	10	23	14	27
CBS	64	24	76	32
TCI	82	27	99	21
CSH	19	4	18	6
Total	175	78	207	86

Tabla 26. Estudiantes graduados entre 1995 y 2000.

Año	Graduados	
	Maestría	Doctorado
1995	176	49
1996	171	52
1997	171	78
1998	212	70
1999	175	78
2000	207	86

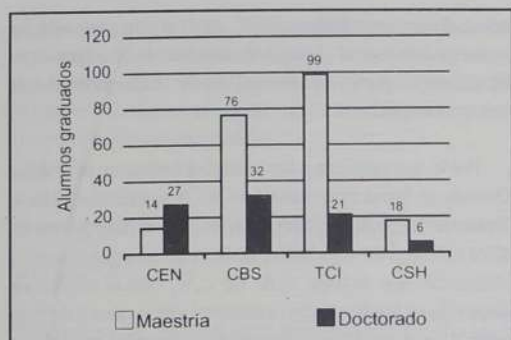


Figura 7. Estudiantes graduados por área del conocimiento.

la distribución de los alumnos graduados por área del conocimiento y por tipo de programa.

Becas de estudio otorgadas

Becas otorgadas por el Cinvestav. El Cinvestav otorgó becas de corta duración, de uno a seis meses, a 431 estudiantes a los cuales se les terminó la beca externa sin haber concluido su programa de estudios. También se otorgaron apoyos para estudiantes que ingresaron a cursos de prerequisites (tabla 27). Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 455 becas vigentes (tabla 28).

Becas otorgadas por el Conacyt. El Conacyt otorgó 477 nuevas becas. Los nuevos becarios se distribuyeron por área del conocimiento como se indica en la tabla 29. Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, elevaron el número de becas vigentes a un total de 1,385 en ambos niveles de posgrado.

4. Programa de gestión tecnológica

La gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo son de importancia fundamental para el Centro, dado que parte de la investigación que se realiza tiene aplicación en este sector.

Por lo anterior, en mayo de 2000 fue creada la Subdirección de Vinculación Tecnológica que, además de continuar con las acciones ya emprendidas por la oficina de Gestión de Proyectos de Investigación, instrumentó y desarrolló otras propias del área.

Colaboración industrial. Con el objetivo de estrechar los vínculos con el sector productivo se integró un plan prospectivo 2000-2002 sobre las acciones de desarrollo tecnológico del Centro, entre las que destacan: revisión del marco operativo (reglamento de ingresos propios), estrategia de operación (diagnóstico, mercado, gestión, sistema de información y comités consultivos), promoción y estrategias de capacitación y sensibilización. Durante este periodo se llevaron a cabo las siguientes actividades.

(1) Se convocó a la Comisión de Tecnología del Consejo Académico Consultivo del Cinvestav (CAC) para analizar las políticas y los lineamientos de vinculación tecnológica.

(2) Se inició la primera etapa para identificar los proyectos y servicios susceptibles de generar ingresos propios al Centro que ofrecen las unidades foráneas y los departamentos académicos en el Distrito Federal.

(3) Se han realizado reuniones para establecer los procedimientos de servicios y costeo de proyectos, con base en el Reglamento de Ingresos Propios vigente en la Institución.

(4) Se ha analizado con la Secretaría de Planeación la conformación y puesta en marcha del Sistema Integral de Información Tecnológica.

En lo referente a organismos y empresas, se destacan los siguientes proyectos de desarrollo tecnológico en proceso de ejecución: con la empresa "Reciclagua" Sistema Ecológico de Regeneración de Aguas Residuales Industriales, S.A. de C.V., se realizará una investigación que incluya la caracterización de lodos residuales, la evaluación como fertilizante potencial para las plantas y su contenido de organismos nocivos para la salud humana, así como establecer el medio que represente la mejor alternativa para la eliminación de estos organismos. Con la empresa LAPISA, S.A. de C.V., se lleva a cabo el análisis de la variación genética en cepas del virus del síndrome del ojo azul (VSOA). De igual manera, se inició

Tabla 27. Nuevos becarios Cinvestav.

Área	Becarios 1999	Becarios 2000
CEN	56	56
CBS	150	129
TCI	160	212
CSH	7	34
Total	373	431

Tabla 28. Becarios Cinvestav (total).

Área	Becarios 1999	Becarios 2000
CEN	59	59
CBS	172	142
TCI	165	218
CSH	12	36
Total	408	455

Tabla 29. Nuevos becarios Conacyt.

Área	Becas nuevas	
	1999	2000
CEN	51	40
CBS	120	107
TCI	251	254
CSH	29	76
Total	451	477

Tabla 30. Becarios Conacyt (total).

Área	Becas vigentes	
	1999	2000
CEN	187	171
CBS	379	364
TCI	603	685
CSH	115	165
Total	1,284	1,385

con Laboratorios Silanes, S.A. de C.V., un proyecto de investigación con el objetivo de obtener anticuerpos contra el dengue para su potencial uso en el diagnóstico o la inmunoterapia.

Por lo que respecta a las unidades foráneas, la Unidad Querétaro firmó contratos con la Organización para el Tratamiento de Aguas para desarrollar recubrimientos de sílice coloidal de alto brillo, resistentes al agua, fuego y abrasivos; con Syntex, S.A. de C.V., con el objeto de desarrollar e implementar una tecnología segura y de bajo costo para la adición de vitaminas y minerales en molinos tradicionales de nixtamal; con la Asociación de Molineros del Distrito Federal para transferir tecnología para fortificar con proteína y micronutrientes la tortilla de nixtamal. Asimismo, se realizó un contrato con la SEP y el Conacyt para transferir a los artesanos de Santa Clara del Cobre, Michoacán, una técnica de recubrimiento anticorrosivo de piezas artesanales de cobre por el proceso sol-gel.

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

En la Unidad Saltillo se continuaron los trabajos para innovar, desarrollar o transferir procesos tecnológicos con aplicación en la industria metalúrgica. Se han hecho diversos estudios, análisis, caracterizaciones y se ha dado apoyo técnico a diversas empresas, entre las que se encuentran: Hylsa, S.A.; Solvay Química Minera, S.A.; Lamosa Revestimientos, S. A. de C.V., Fundación JV, S.A. de C.V.; Cominsa, S.A.; Enertec de México, S.R.L.; Regio Minerales; Tubos de Acero de México; Finek, S.A.; Galvak, S.A.; Kemet, S.A.; Manufacturas Integradas de América; Chrysler de México; Tecniquimia Mexicana, S.A. y Servicio Industrial Peñoles.

En la Unidad Mérida se continuó con el desarrollo de estudios sobre aprovechamiento de recursos marinos, a solicitud de empresas como Petróleos Mexicanos, Industrias Pecis, S.A. de C.V.; Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Quintana Roo; Calizas Industriales del Carmen, S.A., así como para la Semamap y para pequeños productores rurales.

Programas Conacyt de vinculación academia-industria. El Cinvestav continuó participando tanto en 24 proyectos

de investigación dentro del Programa de Investigación Regional, coordinado por el Conacyt, como en tres más que se encuentran dentro del Programa de Vinculación Academia Empresa (Pream). En la tabla 31 se sintetiza la información antes referida.

5. Programa de legislación académica

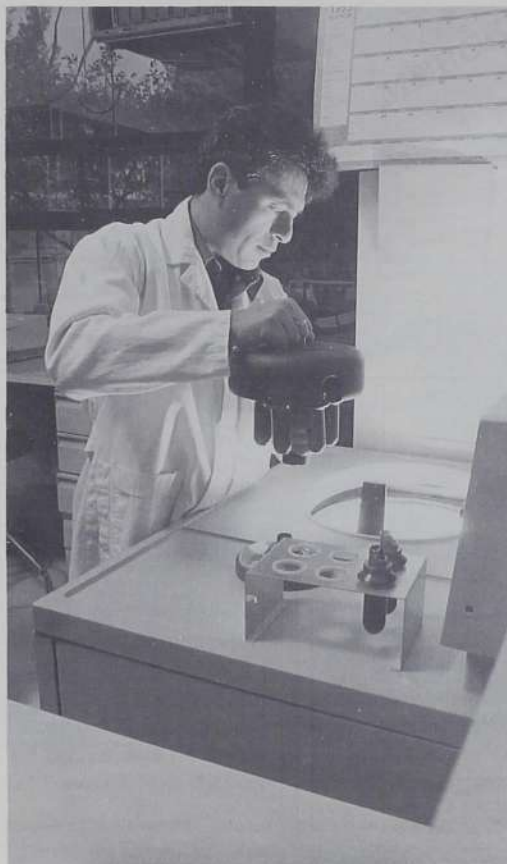
Este programa permite continuar con el proceso para establecer el marco legal por el cual se norman las actividades, tanto sustantivas como de apoyo administrativo en el Cinvestav. En este periodo se registran avances en la elaboración de reglamentos y normas, resultado del trabajo de las diferentes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

Organos institucionales

Consejo Académico Consultivo (CAC). Durante 2000 se realizaron cuatro sesiones ordinarias del Consejo Académico Consultivo. Del trabajo del CAC resalta la conclusión del Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado, mismo que fue expedido por la Junta Directiva en el mismo año. Se destaca también la actualización del Reglamento de Ingresos Propios.

Consejo de Coordinadores Académicos (CCA). En este periodo, el Consejo de Coordinadores Académicos sesionó en tres ocasiones, entregó la versión final del Manual de Procedimientos Escolares e integró la Comisión para la Revisión del Reglamento de Estudios de Posgrado y el Comité Evaluador del Sistema de Apoyos y Estímulos.

Comisión de Promoción y Estímulos para los Investigadores (COPEI). Esta comisión sesionó en su periodo ordinario, del 24 de abril al 8 de mayo, en el cual se presentaron 105 solicitudes de renovación de Beca de Exclusividad y Desempeño Académico y 123 de promoción, resultando aprobadas 98 y 85 respectivamente. Asimismo, esta comisión se reunió en su periodo de apelaciones del 10 al 13 de julio, analizándose 24 solicitudes de promoción y 8 solicitudes de renovación de beca, de las cuales se aceptaron ocho y tres respectivamente.



Comisión Evaluadora Institucional (CEI). Durante el periodo regular de sesiones del 25 al 27 de julio, se recibieron 211 solicitudes de beca y 164 de promoción de auxiliares de investigación, de las cuales se otorgaron 152 promociones y 199 becas. En el periodo de apelaciones del 20 al 21 de septiembre, se analizaron 11 solicitudes de beca y ocho de promoción, de las cuales se aceptaron 11 y cuatro respectivamente.

Reglamentos y normas

En este periodo se expidió el Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado. Se ha trabajado en la actualización del Reglamento de Ingresos Propios (tabla 32).

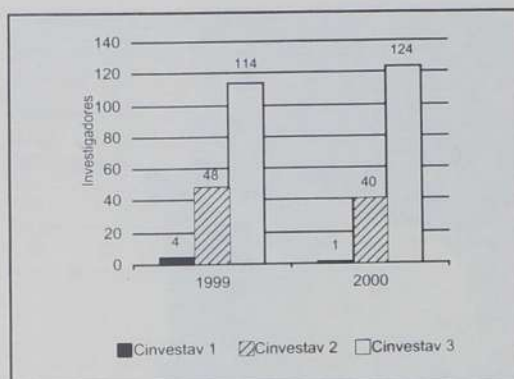


Figura 8. Distribución de Investigadores en las unidades foráneas.

6. Programa de descentralización institucional

Durante el año 2000, el grupo de Física Aplicada sometió al Consejo Académico Consultivo una propuesta para la creación del programa de Maestría y Doctorado en Fisicoquímica. Por otro lado en la Unidad Querétaro se concluyeron las obras que permitieron su inauguración formal. Actualmente funcionan en esta unidad los programas de Maestría y Doctorado en Materiales.

Liderazgo científico

Nuevas contrataciones. Con respecto a 1999, el número de investigadores de las unidades foráneas presenta un decremento del 0.6%, debido a que investigadores visitantes concluyeron sus estancias. Del total de investigadores, 165 se encuentran en las unidades, lo que representa el 29.1% (figura 8).

Investigadores repatriados. De los siete apoyos otorgados por el Conacyt a través del Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, uno fue para la Unidad Querétaro y otro para la Unidad Saltillo.

Cátedras patrimoniales. De las 15 Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel II del Conacyt, una fue para la Unidad Irapuato, una para la Unidad Mérida y otra para la Unidad Saltillo.

Tabla 31. Programas de vinculación academia-industria.

Programa	Número	Unidad/Departamento
Sistema de Investigación Justo Sierra (SISIERRA)	6	Irapuato
	1	Mérida
Fondo del Sistema de Investigación Miguel Hidalgo (SIHGO)	8	Irapuato
	1	Querétaro
Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES)	4	Saltillo
Programa de Vinculación Academia-Empresa (PREAEM)	3	Saltillo
Fondo del Sistema de Investigación Morelos (SIMORELOS)	2	Farmacología y Toxicología
Sistema de Investigación Francisco Villa (FOSVILLA)	1	Biotecnología y Bioingeniería
Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ)	1	Biotecnología y Bioingeniería

Superación académica

De los 165 investigadores en provincia, 162 tienen el grado de doctor y 3 se encuentran inscritos al doctorado. El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor es 1.8% (figura 9).

Investigadores en posdoctorado. Durante 2000, cuatro investigadores de las unidades foráneas continuaron o iniciaron estancias posdoctorales.

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

Premios y distinciones

Trece investigadores fueron premiados durante 2000, cuatro de ellos correspondieron a las Unidades Irapuato y Querétaro (tabla 3).

Tabla 32. Reglamentos y normas.

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



en las especialidades que se cultivan en las unidades foráneas del Cinvestav (tabla 20). En el 2000 empezó a operar el programa de doctorado en ciencias con la especialidad en Materiales en la Unidad Querétaro.

Formación de maestros y doctores en ciencias

Alumnos atendidos. En las unidades foráneas del Cinvestav se atendieron 620 alumnos, que representan 31% del total (tabla 33). El aumento en la atención de alumnos en las unidades foráneas fue del 10.3% en relación con el año anterior. La distribución de los alumnos atendidos por áreas del conocimiento se presenta en la tabla 34. En la figura 11 se muestra la distribución de los alumnos en las cuatro áreas del conocimiento y por tipo de programa.

Otros alumnos atendidos. Además de los alumnos registrados en los programas de maestría y doctorado, se

Calidad educativa

Programas de maestría y doctorado. En el periodo estuvieron en operación 8 programas de maestría en ciencias (M) y 7 programas de doctorado en ciencias (D)

Tabla 33. Alumnos atendidos en las unidades foráneas.

Unidad	Alumnos atendidos	
	1999	2000
Guadalajara	193	201
Irapuato	148	152
Mérida	117	130
Querétaro	18	41
Saltillo	85	96
Total	562	620

Tabla 34. Alumnos atendidos por área del conocimiento.

Área	Alumnos atendidos	
	1999	2000
CEN	28	30
CBS	82	87
TCI	445	490
CSH	7	13
Total	562	620

Tabla 35. Alumnos atendidos de otras instituciones.

Actividad	Estudiantes
Tesistas de Licenciatura	66
Prácticas profesionales	61
Verano de la Investigación	9
Servicio social	80
Tesistas de posgrado	46
Estancia de investigación	32
Total	294

Tabla 36. Cursos impartidos

Área	2000
CEN	21
CBS	26
TCI	139
CSH	8
Total	194

Tabla 37. Estudiantes graduados.

Áreas	1999		2000	
	Maestría	Doctorado	Maestría	Doctorado
CEN	1	1	3	3
CBS	19	1	13	1
TCI	41	12	53	5
Total	61	14	69	9

Tabla 38. Nuevos becarios Cinvestav en las unidades foráneas.

Área	Becas nuevas	
	1999	2000
CEN	10	7
CBS	21	14
TCI	85	141
CSH	0	7
Total	116	169

Tabla 39. Becarios Cinvestav (total) en las unidades foráneas.

Área	Becas vigentes	
	1999	2000
CEN	10	7
CBS	21	14
TCI	88	146
CSH	0	7
Total	119	174

Tabla 40. Nuevos becarios del Conacyt en las unidades foráneas.

Área	Becas nuevas	
	1999	2000
CEN	4	7
CBS	9	13
TCI	141	115
CSH	2	6
Total	156	141

Tabla 41. Total de becarios Conacyt.

Área	Becas vigentes	
	1999	2000
CEN	17	20
CBS	48	43
TCI	345	376
CSH	7	13
Total	417	452

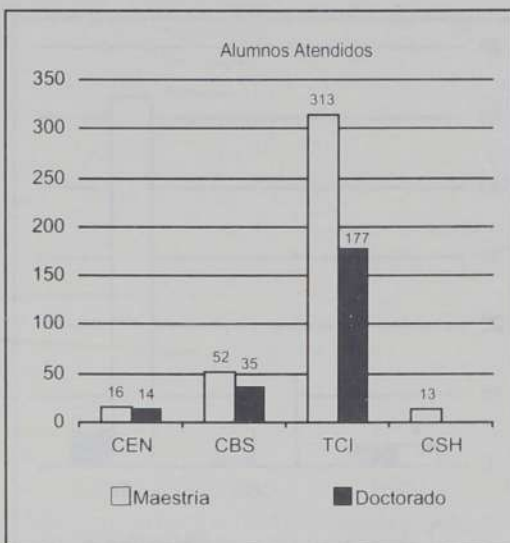


Figura 11. Distribución de los alumnos atendidos en las unidades foráneas.

atendieron 186 alumnos de prerequisites. Durante este año acudieron además 294 estudiantes de otras instituciones a las unidades foráneas del Cinvestav en busca de apoyo del personal académico, dentro de las modalidades que se desglosan en la tabla 35.

Cursos de posgrado impartidos. El número de cursos impartidos durante el 2000 fue de 194, como se muestra en la tabla 36 por área del conocimiento.

Maestros y doctores graduados. En este periodo, se graduaron 69 maestros en ciencias y 9 doctores en ciencias (tabla 37).

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

Becas de estudio otorgadas

Becas otorgadas por el Cinvestav. Durante el periodo enero-diciembre el Cinvestav otorgó becas de corta duración, de uno a seis meses, en las cinco unidades foráneas del Cinvestav, a 169 estudiantes a los cuales se

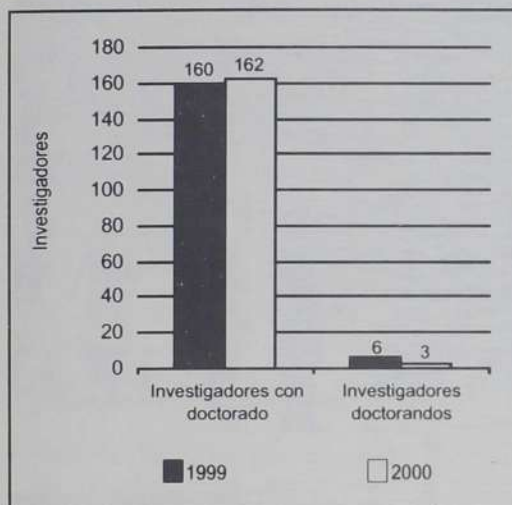


Figura 9. Distribución de investigadores con doctorado en las unidades foráneas.

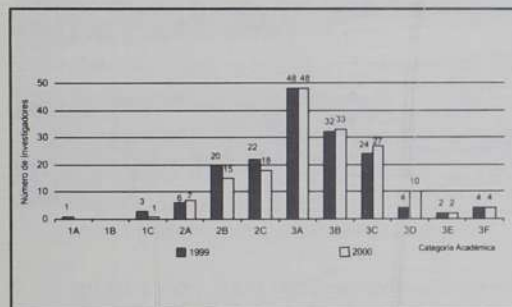


Figura 10. Distribución de investigadores por categoría y nivel académicos en las unidades foráneas.

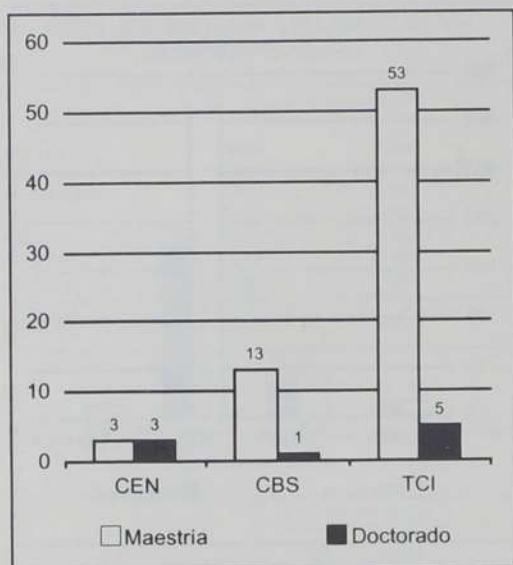


Figura 12. Estudiantes graduados por área del conocimiento.

les terminó la beca externa sin haber concluido su programa de estudios. También se otorgaron apoyos para estudiantes que ingresaron a cursos de prerequisites (tabla 38). Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 174 becas vigentes (tabla 39)

Becas otorgadas por el Conacyt. Se recibieron del Conacyt 141 nuevas becas para las unidades foráneas. Los nuevos becarios se distribuyeron por área del conocimiento según se indica en la tabla 40.

Estas becas, sumadas a las ya otorgadas en periodos anteriores, hacen un total de 452 becas vigentes en ambos niveles de posgrado (tabla 41)

7. Superación

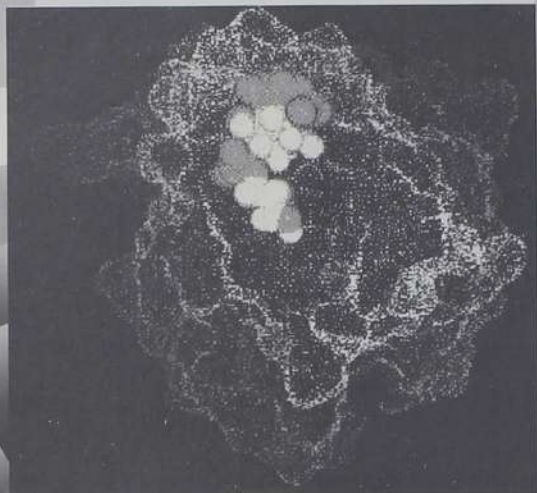
La Institución ha mantenido sus esfuerzos de superación en todas las actividades desempeñadas, de conformidad con la instrumentación y seguimiento de los programas establecidos en el Plan de Desarrollo Institucional, así como el planteamiento de nuevas perspectivas a futuro para promover una mejora permanente.



A continuación se detallan las acciones más importantes durante este periodo:

- Se expidió el Reglamento del Sistema de Apoyos y Estímulos para Estudiantes de Posgrado.
- Se aprobó la conversión del Departamento de Farmacología y Toxicología a Sección Externa de Farmacología, Sección Externa de Toxicología y Departamento de Farmacobiología.
- El 100% de los 51 programas de maestría y doctorado del Cinvestav fueron aceptados en el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia del Conacyt.
- El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo en un año del 6.6% al 5.2%, y el número de investigadores sin inscripción al doctorado representa el 1.5% del total de investigadores.
- Veintitres investigadores continuaron o iniciaron estancias posdoctorales en el extranjero.
- Los investigadores y estudiantes del Centro, fueron reconocidos por su labor científica como lo muestra la obtención de 22 premios y nombramientos honoríficos, y la amplia participación en comités de expertos.
- En la promoción 2000 del Sistema Nacional de Investigadores, 441 investigadores formaron parte del SNI, lo que representa el 79% del total de investigadores adjuntos y titulares.
- Estuvieron en ejecución 654 proyectos de investigación científica y tecnológica en algún trimestre del año.
- Se emitió la convocatoria para el "Programa de Apoyo para Estancias Posdoctorales".
- Se otorgó reconocimiento a las mejores tesis doctorales del Cinvestav en 1999 mediante la convocatoria de los Premios Arturo Rosenblueth.
- En el marco del Programa JIRA, el Cinvestav apoyó 16 proyectos de investigación de jóvenes académicos recién incorporados a la institución.
- El número de alumnos de posgrado atendidos aumentó en un 6.3% respecto al año de 1999.





Exámenes de admisión:
del 25 de junio al 4 de julio del 2001

¿Terminaste la licenciatura en algún área de la química?
¡Tu puedes ingresar al doctorado
en ciencias químicas del Cinvestav!

Cursos de Prerrequisitos en matemáticas, fisicoquímica,
química orgánica y química inorgánica.

Este programa de doctorado
pertenece al Padrón de Excelencia
del Conacyt

Las personas que tienen el grado
de Maestro en Ciencias de alguna
otra institución pueden también ingresar
al doctorado con un programa personalizado

Informes:

Coordinación Académica,
Departamento de Química del Cinvestav
Av. I.P.N. 2508 Esq. Ticomán

Apdo. Postal 14740, 07000, México, D.F.

Tel. 5747 3716 ext. 4090, 4043 y 4028 Fax: 5747 7113

Correo electrónico: mrosales@mail.cinvestav.mx

<http://www.chem.cinvestav.mx/quimica/quim.html>

New Scientist cumple 45 años

Carlos Chimal

Conocí en 1993 al doctor Alun Anderson, editor en jefe del semanario londinense *New Scientist*, cuando esta revista científica se volvió la más leída de su género en el mundo, pues además de distribuirse regularmente en toda la comunidad de naciones británicas, desde luego en las islas del Reino Unido y también en los antípodas Nueva Zelanda y Australia, lo cual es un enorme cantidad de lectores, se vendía ya bastante bien tanto en San Francisco como en París. La novedad la tarde que comimos juntos es que las ventas en el lejano Japón habían alcanzado por primera vez una cifra realmente considerable. Alun Anderson es un admirador de esa cultura y acababa de regresar de Tokyo, donde había asistido a la apertura de la nueva corresponsalía. Recuerdo que esa ocasión me obsequió un número especial dedicado a las perspectivas científicas y tecnológicas japonesas.

Alun Anderson es un tipo afable, siempre vestido de forma impecable y tan bien informado como selectivo en sus gustos culinarios. Aquella vez debía él regresar pronto a la torre IPC, el emporio británico de las publicaciones, donde tenía su sede la redacción de la revista; no obstante, tuvo la consideración de llevarme no al insulso comedero de la esquina sino a un pequeño y agradable restaurante pakistaní de los alrededores, lleno de delicias condimentadas. Quien lea *New Scientist* encontrará los comentarios editoriales de Alun Anderson equilibrados, claros y bien escritos, los cuales siempre ofrecen una atenta reflexión de los sucesos que acontecen en la ciencia y que afectan profundamente a la sociedad.

Carlos Chimal, escritor interesado en la comprensión pública de la ciencia, es colaborador de AyP.



Fue generoso y contestó a todas mis preguntas, incluso estuvo dispuesto a hablar de ciertas tendencias tanto literarias como políticas en la revista. Discutimos y gané una amistad.

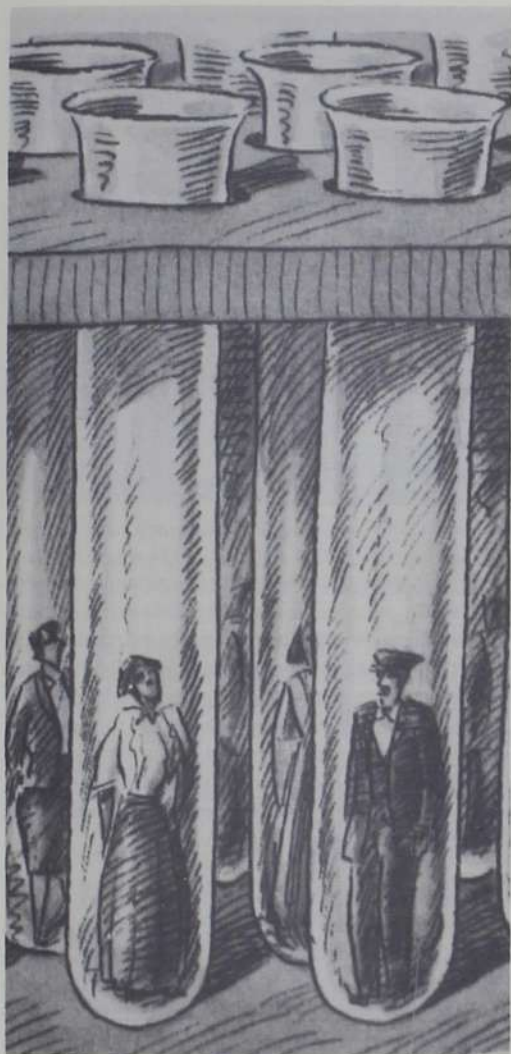
Esta ocasión lo visité en las nuevas oficinas de Picadilly, en el centro de la capital británica, ya que gracias a las ventas semanales la revista ha logrado relativa independencia de IPC. La novedad era el lanzamiento de *New Scientist* en el exigente y voraz mercado de Boston y Nueva York. Alun Anderson me mostró los carteles que habrían de colocarse en las estaciones del metro, tratando de llamar la atención de los atareados urbanitas, a quienes nada parece sorprenderles, con breves síntesis de historias originales acerca de la ciencia y la vida diaria, como la inusitada ola de nacimientos en el Reino Unido para la primavera siguiente, luego de un verano caluroso, y las enseñanzas de este suceso para las futuras madres. O bien, preguntas curiosas sobre lo que sucede en nuestro cerebro cuando nos enamoramos.

El doctor Anderson también me llevó al lugar donde preparan la versión electrónica de la revista. La gente de multimedia trabaja en estrecha colaboración con expertos en astrofísica, bioquímica, genética, evolución y muchas otras disciplinas para generar historias, personajes e hiperligas que mantengan el interés del público cibemético. *New Scientist* fue la primera revista en la Web en conseguir premios por su diseño, por su economía en Kb y por la

facilidad de acceso, así como por ofrecer la mejor información científica y tecnológica de su propio banco de datos, y las ligas más interesantes a otros sitios. ¿Cómo ha conseguido este inusitado éxito una revista de popularización de la ciencia? ¿Qué papel ha jugado en los últimos 45 años dentro de la cultura británica?, considerando, desde luego, que en Gran Bretaña el gusto por la lectura es tradicional y mayor que en muchos países del primer mundo.

Aun así, los primeros pasos no fueron fáciles. Desde un principio intentaron prescindir de los científicos, y en especial de las autoridades en cada materia. Sólo escritores y periodistas harían el trabajo. El único requisito era comprender lo que estaba pasando y transmitir sin distorsionar lo que los científicos habían querido decir. Al mismo tiempo, serían responsablemente críticos. No harían ninguna concesión a un argumento débil pero tampoco caerían en la grosera especulación amarillista por el afán de ser hipercríticos.

Por otra parte, en los años de 1960 las revistas como *New Scientist* no ponían demasiado énfasis en el diseño, y si incluían alguna foto en sus páginas, siempre era un hombre, generalmente la de un venerable anciano al que se había entrevistado por su contribución a la ciencia. Entonces comenzó la carrera del espacio. "Gracias a que los soviéticos lanzaron el Sputnik", ironiza Alun Anderson, "en Occidente comenzamos a poner atención en la ciencia". Con el paso del tiempo la revista creció, se hizo



más atractiva y visual conforme lo dictaban los tiempos, e impuso un enfoque heterodoxo en el tratamiento de los temas, un tanto iconoclasta, pero siempre dentro de límites razonables y con un profundo respeto a sus lectores, lo cual le ganó la confianza de la comunidad científica desde los primeros números. Un taxista en Londres, un ama de casa en Melbourne, un premio Nobel de ciencias de Cambridge, un empleado de un banco en San Francisco, un estudiante en Toronto todos han leído alguna vez la revista.

Yo he sido usuario de la biblioteca del Consejo Británico durante años y me consta que, por lo menos allí, hay un buen número de lectores que han seguido *New Scientist* desde hace más de dos décadas.

Conciencia y sociedad

Carlos Chimal (CC): ¿Cuándo apareció *New Scientist* y cuáles fueron sus objetivos primordiales?

Alun Anderson (AA): La revista comenzó a circular en 1966, y desde un principio tuvo un propósito muy claro, que era no sólo llegar a quienes estaban ya interesados en las ciencias sino atraer la atención de aquellos que pudieran estar preocupados por las consecuencias que el conocimiento científico tiene en la sociedad y en su vida personal. Hemos tratado de mantener esa tradición y creo que algo hemos logrado, pues la revista hoy en día es muy popular, se venden 155 mil ejemplares a la semana en todo el mundo. Sabemos que 750 mil personas la leen regularmente, así que cuando escribo mi columna no dejo de sentirme un tanto asustado por saber que tanta gente está pendiente de mi opinión y la de los colaboradores. Creo que gran parte del éxito radica en que siempre hablamos de los asuntos más novedosos de la ciencia y la tecnología, y tratamos de responder las preguntas del público: ¿cómo afectará tal descubrimiento o determinada tecnología a nuestras vidas?

CC: Sabemos que el contenido de una revista está marcado por los sucesos mismos en su fuente, en este caso los laboratorios y la industria alrededor de la ciencia. ¿Cuáles han sido los temas que han ocupado las páginas de *New Scientist* durante los últimos 40 años?

AA: Hace 40 años la gente estaba muy preocupada por el recrudecimiento de la guerra fría, por la aparición de nuevas armas, misiles y, en general, por los usos de la energía nuclear, tanto para fines bélicos como la que se aplica en beneficio de los demás. Veinte años después el público quería saber más sobre los problemas ambientales, los orígenes de la ecología y las tecnologías alternativas. Hoy los lectores quieren leer sobre las verdaderas posibilidades de la ingeniería genética y sobre los nuevos horizontes para alargar la vida. Creo que casi cada 10 o 15 años ha habido un nuevo tema que apasiona a la gente. No obstante, también siento que en

muchos campos de la ciencia parece no haber mayor "sorpresa"; creo que necesitan una especie de Sputnik, algo que los regrese a sus días gloriosos y excitantes.

Diseño y contenido

CC: ¿Cómo hacen para publicar 50 páginas a la semana con noticias, reportajes y artículos de fondo, sin contar las cartas y otras 50 páginas de anuncios de empresas, ya sea ofreciendo sus servicios, productos o empleos?

AA: Se requiere de un enorme poder de convocatoria. Lo hemos logrado con un apoyo muy fuerte del público y, a lo largo del tiempo, con una inversión considerable en recursos humanos. Más de cien personas están en contacto directo con la revista en todo el mundo, tan sólo en la labor editorial somos 60 personas.

CC: Sin contar la gente que hace la página Web.

AA: Así es, ellos forman un equipo de 8 personas más otros 4 o 5 de apoyo técnico. Tenemos oficinas en San Francisco, Washington, D.C., Londres, donde nos encontramos ahora; también en Sidney, Melbourne, Bruselas y Toronto, además de corresponsales en la India, Japón y Sao Paulo. Todas estas personas están en contacto cada semana con la redacción de Londres, opinando sobre lo que acontece y enviando sus ideas, historias y reportajes. Una vez que algo llega a la redacción, un grupo de 23 editores le da forma para que aparezca en la próxima edición, que en realidad debe tenerse lista cada cinco días. Esto incluye a 8 personas en diseño e ilustración, tres de ellas trabajando permanentemente en algo que, creemos, *New Scientist* ha estado a la vanguardia: el diseño de vanguardia en función del contenido. Los esquemas deben aclarar, las ilustraciones debe inspirar o evocar.

CC: ¿Cómo has vivido la relación con el lector desde que eres editor en jefe, hace más de 15 años?

AA: Ha sido muy estimulante y opera en dos niveles. Con la edición semanal se nos entrega un reporte minucioso del número de ejemplares vendidos, considerando que la mitad de la edición está destinada a los suscriptores, así que casi inmediatamente podemos saber si a los lectores les gustó o no un número de la



revista en particular, o si eso era lo que esperaban cuando lo anunciamos en la edición previa. Esto es muy sencillo y contundente. Pero también opera en otro nivel, ya que, hasta cierto punto, estamos educando al público. Si bien nosotros escogemos lo que vamos a ofrecerles las próximas semanas, puesto que estamos atentos a lo que acontece en los laboratorios científicos y en las industrias tecnológicas, ellos deciden si fue suficiente o quieren saber más, y de cuáles aspectos. Si están de acuerdo con el enfoque o no. Es algo realmente vivo.

Tenemos, pues, una responsabilidad enorme, ya que, a fuerza de estar en la vanguardia de los hechos y al especular sobre el futuro, podemos despertar expectativas equivocadas, lo cual no sería nada ético. Por eso tratamos de evitar un tratamiento de los acontecimientos y hechos científicos y tecnológicos como si fuesen "juguetes", como algo que echa chispas y es novedoso y nos va a solucionar todos nuestros problemas. Preferimos hacer pensar a nuestros lectores sobre sí mismos, hacerlos reflexionar sobre las implicaciones serias y lúdicas (si las tiene) de un suceso en la ciencia y la tecnología de nuestros días. *New Scientist* no es un catálogo de maravillas tecnológicas ni una caja de repetición de lo que los científicos están haciendo en los laboratorios. Hemos establecido con el público un juego inteligente y creativo, salpicado de humor (a los lectores les gusta el humor de la revista), donde todos queremos tener acceso a la mejor información, es decir, a la que ha sido razonada y procesada entre todos.

Un ejemplo es el alcoholismo. Hace 20 años la gente repudiaba a los adictos al alcohol por débiles y los calificaba de gente nociva, simplemente bajo argumentos morales. Hoy, una ciencia, la genética molecular, nos permite saber más aspectos sobre la condición innata de ciertas personas que se pierden por la bebida. El público ya no se refiere a ellos como parias y débiles sino como personas que tienen una condición genética, lo cual es una gran diferencia que ha modificado el comportamiento de la sociedad. Hemos dejado de usar un argumento moralista y cruel, basado en la falsa suposición de que, una vez nacidos, tenemos un ilimitado y fatídico libre albedrío que nos conduce a pecar. En cambio ahora pensamos más en términos científicos, el público en general considera más estos argumentos que antes, y en ello hay una actitud más humana.

CC: Regresando al asunto de los temas que frecuentemente aparecen en la portada de la revista, ¿en realidad piensas que no hay nada nuevo en otras áreas excepto en genética molecular y sus biotecnologías?

AA: Bueno, no del todo. Lo que estaba de moda hace unos cinco años, la física cuántica, ha resurgido. La robótica es un campo dinámico. Desde luego, el público está inquieto ante la posibilidad de efectuar cambios fundamentales en la manera como hemos sido hasta ahora, cambios genéticos en nosotros mismos y en otras especies vegetales y animales. Otro tema que atrae particularmente la atención del público en los últimos años es la posibilidad de una computación cuántica.

CC: Recuerdo que ustedes pusieron en la *World Wide Web* la mejor información con respecto a la discusión sobre la existencia o no de vida en Marte. ¿Los temas del espacio siguen estando entre los favoritos de sus lectores?

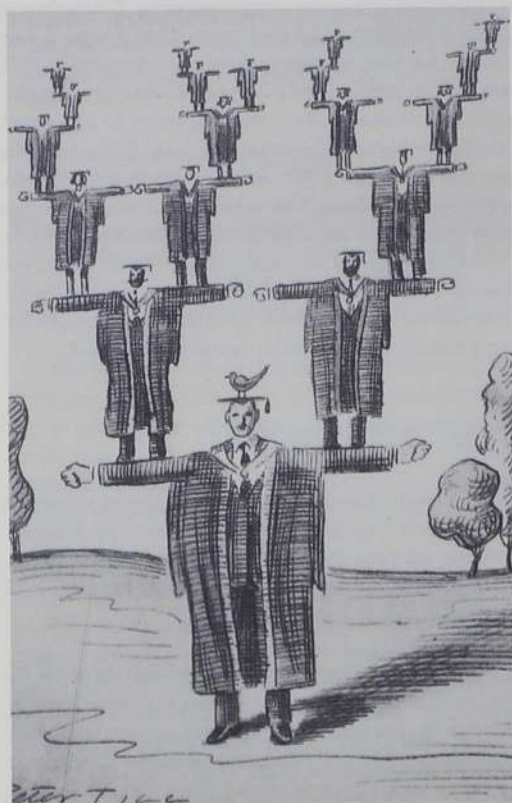
AA: Absolutamente. Nos hemos estado moviendo entre el espacio sideral, la revaloración del estudio de los planetas y asteroides, las nuevas empresas transnacionales en ese campo y el estudio de lo más íntimo de la vida porque la gente así lo pide. Son muy atentos y cosmopolitas. Precisamente con motivo del asunto marciano hubo una gran expectación e interés por leer revistas científicas y esta clase de noticias en los diarios, la radio y la televisión. Fue muy emocionante. Pero creo que en los próximos años el área más atractiva será la neurobiología, pues los adelantos en el conocimiento de

las funciones corporales es ya importante. El hígado y el corazón han sido muy estudiados. Pero lo que no se conocía tan bien, y ahora comienza a esclarecerse, era el asunto de la personalidad y del pensamiento, por ejemplo. ¿Por qué pensamos de la manera como lo hacemos? ¿Qué es la conciencia? Comenzamos a entender también por qué dormimos y por qué tenemos sueños. Pronto empezaremos a develar los verdaderos misterios del yo y su relación con la realidad. En esto la farmacología y la bioquímica jugarán un papel clave y, desde luego, las nuevas y más perfeccionadas técnicas de imágenes no invasivas del cuerpo. Tal vez algún día podremos diseñar junto con un médico nuestra nueva personalidad.

Ingeniería genética

CC: La crisis alimentaria que padece Europa ahora y la desconfianza del público hacia los alimentos modificados genéticamente son dos temas que *New Scientist* ha tratado profusamente. ¿Cuál es tu opinión con respecto a la satanización de la ingeniería genética?

AA: Sin duda hay un gran temor entre la gente no sólo en Europa sino en todo el mundo porque piensan que esta disciplina va a afectar su salud y que va a ensuciar el ambiente. ¿Por qué esta fuerte reacción? Creo que la causa es su enorme potencial. Bien dirigida es una maravilla, ya que podría generar otra revolución verde y solucionar las hambrunas en el mundo. Mal usada puede causar graves trastornos. Hay compañías privadas que están creando plantas transgénicas mirando nada más que sus ganancias, por ejemplo, están creando maíz que no produce semilla, de manera que el agricultor siempre tiene que regresar a comprarles a ellos nueva simiente. O el trigo resistente a las sustancias destructoras de malezas. Una planta, confiado en que una sustancia química muy fuerte habrá de acabar con la maleza. Y, en efecto, el cultivo no muere porque ha sido modificado genéticamente para soportar dicha sustancia. Crece en medio de un desierto de muerte y destrucción. Eso sí, el procedimiento es más rápido y más barato que desmontar mediante métodos tradicionales. Pero esto no beneficia particularmente al consumidor, menos al granjero y campesino, y en cambio pone en riesgo el ambiente. Los únicos que hicieron grandes ganancias son los que modificaron la planta y los que vendieron la sustancia química para acabar con la maleza, que casi siempre



pertenecen a la misma corporación. La gente se queda con la sensación de que está haciendo un muy mal negocio con ellos. Si quisieran, harían mejor las cosas, invirtiendo más en investigación de alimentos más nutritivos, tratando de suprimir genes en alimentos que provocan alergias entre las personas, lo cual es una causa de ausencia laboral importante y de epidemias cada vez más graves. Pero no lo han hecho y ahora son muy impopulares.

Lo peor de todo es que hace algunos meses, debido a la oposición tan fuerte que existe hacia estas técnicas por los antecedentes que acabamos de esbozar, aquí en el Reino Unido una empresa que sí estaba tratando de emplear bien estas técnicas no pudo seguir financiado sus investigaciones y tuvo que cerrar sus puertas. Se trataba de una joven empresa que intentaba extraer vacunas de diversos vegetales, como la papa. Esto hubiera sido de una gran ayuda para países en desarrollo, que no

pueden pagar grandes cantidades por vacunas de alta tecnología, mucho más caras, así como para países en donde el calor es extremo, pues estas vacunas no tendrían que ser refrigeradas. Buscaban crear una especie de fábricas vivientes de vacunas. Por desgracia, los intereses son más fuertes que las voluntades.

Divulgación e Internet

CC: ¿Y con respecto a la Web? Recuerdo que el sitio de *New Scientist* fue el primero en el mundo en recibir un premio por su diseño y por reflejar el genuino espíritu de la Web, es decir, la calidad de su propia información y la pertinencia de sus hiperligas. ¿Cuáles son los temas favoritos de los cibernautas que visitan su sitio?

AA: Hasta hace poco tiempo el tema favorito de la gente era la física de altas energías. Todo mundo quería saber cuáles eran los constituyentes fundamentales de la materia y si podíamos acercarnos a escudriñar el *Gran Estallido*. Pero así como no parecen estar a la vista, al menos en el futuro inmediato, otros grandes descubrimientos en esta ciencia, el ritmo de la investigación ha disminuido, sobre todo a partir de la suspensión de actividades del Super Colisionador en Texas. El público sigue pendiente de lo que el CERN en Ginebra y Fermilab en Chicago tienen que decimos en los próximos años. En cambio otros campos que de alguna manera se encuentran ligados a la física de altas energías, la astrofísica y la cosmología, siguen estando entre los favoritos del público. Creo que estas disciplinas darán mucho de qué hablar en el futuro cercano. Y, como dije antes, la mecánica cuántica, sus interpretaciones y sus hechos, cautivan la imaginación de los lectores.

Cuando apareció esta teoría nadie la entendía, y de hecho hasta hace muy poco seguía pareciendo una teoría extravagante y un tanto esotérica. Hoy, gracias a la interpretación de nuestros escritores y periodistas de algunos experimentos llevados a cabo con éxito y los nuevos aparatos matemáticos puestos a disposición de estos fenómenos del mundo ínfimamente pequeño, el público tiene una mejor comprensión de lo que significa un campo cuántico o el efecto a distancia. Asimismo, se empieza a hablar de algunas aplicaciones, como la criptografía cuántica, es decir, cómo crear códigos im-

penetrables, y se especula sobre las posibilidades de la luz en la computación. Todo esto hace que la gente esté muy interesada en estos temas.

CC: ¿Cómo ha afectado a la revista impresa Internet y cómo la afectará en el futuro próximo?

AA: Si bien la revista vive el mejor momento de toda su trayectoria, lo que suceda en la primera década del siglo XXI nos asusta un poco. Internet es una herramienta fantástica de comunicación y ha modificado definitivamente la forma de publicar. No creo que en 10 o 20 años la gente esté leyendo una revista como lo hacemos hoy en día. Hemos visto cómo la tendencia es consultar fuentes electrónicas, privilegiar la información rápida. Esto tendrá sus consecuencias. De igual manera, la aparición de libros electrónicos ligeros, de muy buena calidad y a precios accesibles cambiará mucho los hábitos y gustos de lectura.

Consideremos esto. Cuando uno compra una revista, se lleva en un solo paquete un montón de información, opiniones, datos, ilustraciones, avisos. Somos nosotros los que creamos el paquete con la esperanza de que el lector quede contento. En cambio en la Web los pedazos están ahí, y es el usuario el que hace su paquete, tomando lo que quiera de los sitios que desee. Ahí nosotros ya no podemos venderle nuestro paquete como hubiésemos querido. Esto también tendrá consecuencias en los medios de información. Tal vez llegue el momento en que revistas como *New Scientist* dejen de existir como tales y se

conviertan en meras fuentes de información científica, fuentes de humor y otra clase de servicios.

En los primeros días de la Web, el público se conformaba con tener una representación electrónica de una revista. Esto ha cambiado, ahora la gente busca algo distinto, especial, que los asombre, divierta e informe al mismo tiempo. Una de las características del futuro es que no sabemos cómo será en realidad pero nos inquieta la manera como parecen estar transformándose los medios de lectura e información. No es grave, pues depende de nuestra imaginación y capacidad para transformarnos; tan sólo nos enfrenta a escenarios inéditos. Si te gusta la aventura, mejor para ti. Si no, comienza a angustiarte.



**LA DIVISIÓN DE PARTÍCULAS Y CAMPOS
DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA**

C O N V O C A A LA MEDALLA 2001 DE LA DPC

La Medalla 2001 de la División de Partículas y Campos de la Sociedad Mexicana de Física (DPC-SMF) se otorgará a un investigador que haya contribuido de manera notable al desarrollo en México de la física de partículas y campos. Podrán concursar también físicos mexicanos radicados en o fuera de México, que se hayan destacado en el ámbito internacional por sus contribuciones en esta área del conocimiento.

BASES

- 1. Los candidatos deberán ser propuestos por miembros de la DPC-SMF**
- 2. Las propuestas deberán incluir la siguiente documentación:**
 - * Carta de presentación**
 - * Currículo del candidato**
 - * Carta de anuencia del candidato**
- 3. El jurado estará integrado por Consejo Técnico Consultivo de la DPC-SMF. El fallo del jurado será inapelable y la Medalla no podrá otorgarse post mortem.**
- 4. La Medalla 2001 será entregada en una ceremonia especial que se celebrará durante el VIII Taller Mexicano de Partículas y Campos que tendrá lugar del 18 al 24 de noviembre del 2001 en Zacatecas, Zac.**
- 5. La fecha límite para presentar candidatos es el 8 de junio del 2001.**

Mayores informes
Lorenzo Díaz Cruz
IF-BUAP
Apdo. Postal 5-48
72570, Puebla, Pue.
Tel./Fax: (22) 45 76 45
ldiaz@ifuap.buap.mx

MEDALLA 2001 DE LA DPC



El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
del I.P.N. Unidad Mérida, Yucatán, México

CINVESTAV

**Invita a profesionales interesados en el estudio de las relaciones entre
ecosistemas, sistemas socioculturales y la salud humana, a cursar**

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA HUMANA

**La Maestría está registrada en el Padrón de Programas
de Posgrado de Excelencia de CONACyT, lo que permite
a los aspirantes optar por una beca de ese Consejo. El
Doctorado se encuentra en proceso de evaluación para
su registro en el Padrón mencionado.**

INFORMES

**Departamento de Ecología Humana, Coordinación
Académica**

**Antigua carretera a Progreso km 6, C. P. 97310, Mérida,
Yucatán, México.**

Tel. (99) 81 29 60 ext. 360

Fax (99) 8146 70

e-mail: dalila@mda.cinvestav.mx

En la ciudad de México, D.F. Tel 5 747 3800 ext. 6613

Página web: <http://www.mda.cinvestav.mx>

ECOLOGÍA HUMANA

El graffito: ansia humana de comunicarse

Marcelino Cerejido

El graffito es un mensaje escrito sobre cualquier superficie pública, desde los muros de una fábrica hasta una pared de reclusorio. Quien escribe un graffito cumple el deseo característicamente humano de integrarse a la sociedad, comunicándole chistes, opiniones, quejas, proclamas rebeldes y bromas que van desde lo soez a lo sublime. Lo curioso es que por lo general son anónimos, pues aun cuando algunos vayan firmados, el nombre es falso, no pertenece a quien lo escribió y es también parte de la broma, así:

"Los reyes son los padres". El Príncipe Carlos

"Soy imbatible". El Huevo Duro

"¡Qué culpa tengo yo de que me toquen maridos comudos!" Silvia Süller¹

"Dicen que el perro es el mejor amigo del hombre. Yo en cambio prefiero a las mujeres". El Gato

"La gallina es un animal extremadamente peligroso". La Lombriz

"Convencer a la Reina Isabel me costó un huevo". Cristóbal Colón

"Después de mi, ... fa". Ludwig van Beethoven

"Después de mi marido que piensa, luego existe... ¿y yo qué?" La señora de René Descartes

El Dr. Marcelino Cerejido, miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*, es investigador titular del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav. Dirección electrónica: cerejido@fisio.cinvestav.mx



"Ojo por ojo... jejenta y juatro". Un gangoso

"Tengo problemas para conseguir una pareja estable". La Viuda Negra

Otros graffiti son metáforas anónimas:

"Más terco que una gotera"

"Se puso rojo como bragueta de ladrillero"

"Más difícil que barrer una escalera para arriba"

"Más desorientado que Adán en el Día de las Madres"

"Más aburrido que bailar con la hermana"

"Porfiado como gallo comiendo tripa"

"Grande y tonto como botín de payaso".

Otros son también anónimos, pero su decodificación requiere cierto análisis:

"Machista fue Dios, que las hizo menos inteligentes".

Otros graffiti han dado lugar a réplica. Así, en los años 70 se discutía si, aun en el caso de que hubiera habido un Dios, todavía sigue existiendo, o si se había autoeliminado tras estallar el Big Bang. Un graffito escrito con cierto marcador y cierto estilo caligráfico decía: "¡Dios no existe!", al que con una letra y color distintos alguien había agregado: "¡Cómo que no existe!" Y se leía incluso un graffito final, escrito por una tercera mano: "Chapucero: imira un poco cómo te salimos!". Otro graffito multiautoral decía: "¡Dios no existe!" (Nietzsche), a quien alguien, con plumón distinto, había agregado: "Nietzsche no existe" (Dios).

Pero, para graffiti interactivos, el récord se lo llevan dos. Uno de ellos estaba escrito en una de esas escarapelas de lata prendidas a la solapa, que tanto exhortan a salvar las ballenas, como a votar por un candidato político. La letra era tan pequeña, que sólo ocupaba un cuadradito irrisorio en el centro de una escarapela roja de unos seis centímetros de diámetro. Vi que mi amigo, para poder leer, tuvo que pegar su nariz a la solapa de la anfitriona. De pronto, salió rechazado como por un resorte, cosa que acicateó mi curiosidad; también yo tuve que

pegar mi cara a la solapa para poder leer, y también yo me sobresalté por la leyendita: "La masturbación hace a la gente corta de vista".

El segundo graffito interactivo lo encontré en el baño de un café de Buenos Aires. Mientras usaba el mingitorio me iba entreteniendo con los graffiti de la pared, hasta que, para poder leer uno que estaba casi a un metro a la derecha, tuve que contorsionarme, y estirar al máximo mi torso y mi cuello. Decía: "Si usted está leyendo este graffito, probablemente se está orinando el zapato derecho" ¡Y era cierto!

Finalmente, encontré uno en un baño de la Universidad de California que, si bien me encantó, me resulta difícil traducir pues, para colmo, tiene doble sentido:

"Time flies like light; fruit flies like bananas".

Una traducción posible es: "El tiempo vuela como la luz; la fruta vuela como loca". Pero también: "El tiempo vuela como la luz; a las *Drosophilas* (moscas de la fruta) les gustan las bananas".

Cuando los graffiti echan buenas, y consiguen aparecer en un escudo heráldico, una moneda o en el membrete de una institución prestigiosa, pasan a llamarse *lemas*. Recuerdo que hace años se organizó un concurso para encontrarle uno a nuestro Cinvestav. Parodiando al de la UNAM alguien propuso: "Por la Raza queda el Cinvestav", pero no resultó elegido².



Notas

1. No sé quién es Silvia Süller. Como copié este graffito en Buenos Aires, supongo que será algún personaje público local (artista, política, etc.).
2. El autor fue el Dr. Jorge S. Helman, entonces investigador del Departamento de Física del Cinvestav (nota de la redacción).



VIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar



Manzanillo, Col.
14 al 16 de noviembre del 2001

El programa técnico del congreso cubre los siguientes aspectos:

 **Recursos y medio ambiente**

 **Acuicultura**

 **Pesquerías**

 **Tecnología de alimentos**

 **Ordenamiento costero**



Informes:

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

Luis G. Cabral Ruseti, ICN-UNAM
El radio del neutrino

Umberto Cotti, UMSNH
Tópicos sobre gran unificación

Luis M. Montaña, Cinvestav
Física e instrumentación en ALICE

Joannis Papavassiliou, U. de Valencia
The pinch technique

John Womersley, Fermilab
Do results

27 al 29 de junio de 2001

Unidad de seminarios
Ignacio Chávez,
UNAM CU, México, D.F.

Comité Organizador:

Lorenzo Díaz Cruz, IF-BUAP

Ricardo Gaytán, FES-UNAM

Myriam Mondragón, IF-UNAM

División de Partículas y Campos
Sociedad Mexicana de Física

Reunión anual XV

Fecha límite para la recepción de ponencias: 20 de mayo de 2001.

Mayores informes:
ldiaz@sirio.ifuap.buap.mx
myriam@ft.ifisicacu.unam.mx



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

Director Editorial, *Avance y Perspectiva*
CINVESTAV
Apdo. Postal 14-740
07000 México, D.F.
Tel. 5747 3800 ext. 6737, 6738 y 6739
Fax: 5747 7076

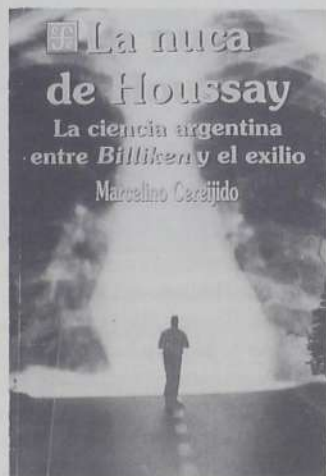
Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial. Los artículos de divulgación deben dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el CINVESTAV. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso. Deberán ser escritos a máquina, a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 20 cuartillas. El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud conveniente. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión. Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen al principio no mayor de cinco líneas, a manera de introducción, que atraiga el interés del lector. Las referencias bibliográficas aparecerán completas al final del artículo; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estar numeradas por orden de aparición.

Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar por computadora a línea sin pantallas o con tinta china sobre papel albanene con buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en microcomputadora, además del texto impreso en papel, deben enviar su texto grabado en un disco flexible. Los procesadores de texto útiles para este propósito son: *Microsoft Word*, *Word Perfect*, *Ami Pro*, *Xy Writer*, *Wordstar* y *Multimate*, guardando el documento con la extensión DOC.

Información para autores

Información para autores





La nuca de Houssay, M. Cereijido, FCE, tercera edición, 2000

Ruy Pérez Tamayo

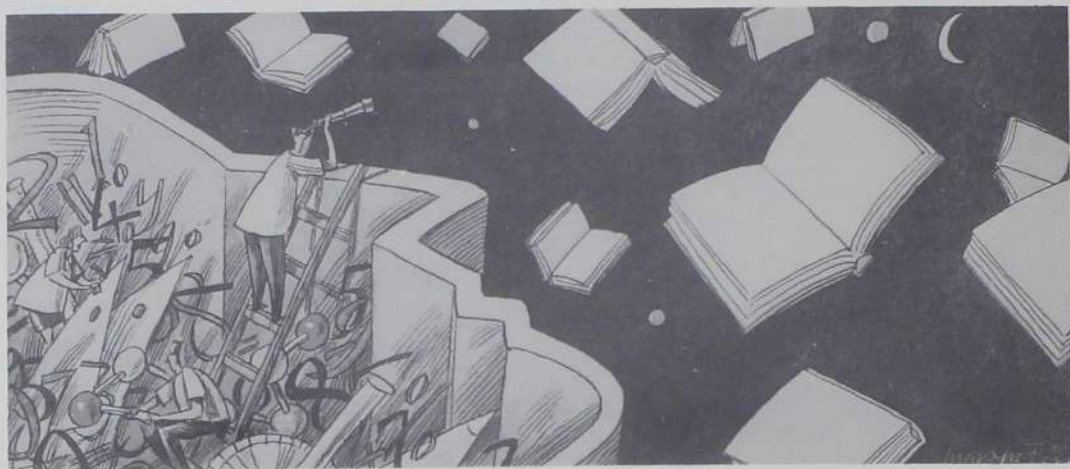
La nuca de Cereijido

El Dr. Ruy Pérez Tamayo es profesor emérito y jefe del Departamento de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina de la UNAM. Dirección electrónica: ruypt@servidor.unam.mx

Empiezo por mencionar que Marcelino Cereijido y yo somos buenos amigos y colegas científicos, que como tales trabajamos en el área

de las ciencias biológicas, que además compartimos preocupaciones filosóficas, sociales e ideológicas, y que en caso de una revolución que enfrentara a los globalifílicos en contra de los globalifóbicos es seguro que nos encontraríamos hombro con hombro en la misma trinchera, tirando tiros en contra del mismo enemigo. A continuación, diré que tuve el privilegio de leer su libro *La Nuca de Houssay* cuando todavía era un manuscrito en busca de un editor, que volví a leerlo cuando Marcelino me hizo llegar un ejemplar de la primera edición en Argentina, y que lo he leído una tercera vez en anticipación de este comentario. En cada una de estas tres lecturas he encontrado algo nuevo, cada vez más cercano a la realidad actual de la sociedad contemporánea y de nuestro México.

Quisiera explicarme mejor sobre lo que acabo de decir. En mi primera lectura de *La Nuca de Houssay* me quedé con la impresión de que era un libro honesto y valiente, un relato mezcla de autobiografía del autor y



de una época de su país natal, en especial del ambiente universitario y académico entre los años 40 y 60, caracterizados en la Argentina por peronismo, golpes militares, vuelta a la democracia y nuevos golpes militares, y la destrucción progresiva de la vida académica en aras de un populismo demagógico, llevado a cabo por aquellos que, al no entender lo que el humanismo y el conocimiento científico significan para un país, transforman las aulas y los laboratorios universitarios en recintos políticos y cotos de poder, en los que el valor que más se cultiva es la mediocridad. En medio de este caos Cerejido nos pinta el retrato de un Houssay heroico, un genio de la fisiología, autodidacta y Premio Nobel, quien a pesar de homenajes o de vejaciones, de despidos y de reinstalaciones, de malos o de buenos aires, se mantiene dignamente erguido e impasible, trabajando siempre y proyectando una imagen más alta y también más persistente que la de los varios dictadores, militares y funcionarios con los que tuvo que contender en distintos

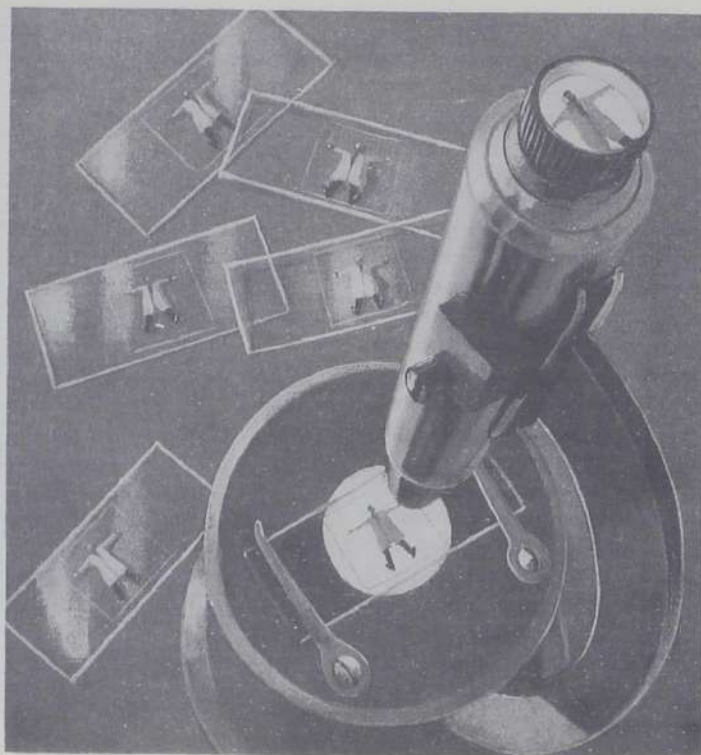
tiempos, que a la postre resultaron tan anodinos como efímeros. Houssay es un genio, pero también es un ser humano, con verrugas y lunares, que Cerejido no nos oculta, con lo que su retrato resulta mucho más realista y, por lo tanto, más atractivo. Entretejida con la personalidad de Houssay está la de otras grandes figuras de la ciencia argentina de las décadas señaladas, como Braun Menéndez y Leloir, que en esos mismos años en que Marcelino los veía a diario y disfrutaba de sus enseñanzas y sobre todo de su ejemplo, yo leía sus trabajos científicos publicados en las mejores revistas internacionales y los admiraba desde lejos.

Pero en mi primera lectura me quedé en este nivel, por lo que me pareció que el libro tendría mucho más atractivo para el público argentino que para el mexicano, y así se lo comenté a Cerejido. En su prólogo a esta tercera edición, Marcelino señala que otras personas pensaron de la misma manera, antes o después que yo, y le aconsejaron

que lo publicara en Argentina. Así lo hizo, y en un año se agotaron dos ediciones en su país.

Cuando Marcelino tuvo la gentileza de enviarme un ejemplar de *La Nuca de Houssay* impreso en la Argentina, empecé hojeándolo para recordar algunos pasajes y terminé leyéndolo completo otra vez, pero ahora prestándole más atención a ese otro personaje que habita sus páginas y al que la luz cegadora de Houssay me había ocultado en mi primera lectura: me refiero al propio Marcelino Cerejido. El relato de sus peripecias primero como estudiante de medicina, después como aficionado a la fisiología, y finalmente como joven investigador y colaborador de Houssay, me recordaron vivamente mis propias experiencias y su paralelismo me pareció asombroso y a veces hasta casi increíble, a pesar de que yo las viví unos 10 años antes que él, en México, en relación no con la fisiología sino con la patología, y no con Bernardo Houssay sino con Isaac Costero. Me di cuenta entonces de que la se-

mejanza de nuestras experiencias durante la etapa de nuestro respectivo crecimiento como científicos era el producto no sólo de factores intrínsecos o personales (aunque parezca mentira, cuando era niño yo también leía el *Billiken*, que nos llegaba a México desde Argentina, aunque las lecturas que más me impresionaron sobre asuntos científicos las hice en *El Tesoro de la Juventud*, en la sección llamada *El libro de los porqués*, que leí en cada uno de los 20 tomos de ese verdadero tesoro, que mis padres nos regalaron cuando mi hermano mayor cumplió 10 años de edad. Aclaro que en esas páginas se explicaba cómo funciona la electricidad, qué son los rayos, a qué se deben las olas del mar y otras muchas cosas, pero no recuerdo ninguna referencia a la razón por la que, cuando se juntan, los perros se olfatean sus partes posteriores), sino de influencias ejercidas por las contingencias del desarrollo social y cultural de nuestros respectivos países. No me refiero a la historia política de México y de la Argentina, que superficialmente podría parecer muy diferente, aunque en el fondo es posible encontrar algunas semejanzas, sino a la historia cultural y social de las dos naciones: ambas iniciaron el siglo XX con un despegue de países jóvenes, alentados por una fuerte influencia europea, que en el caso de Argentina era expresión de su calidad de país de inmigrantes, mientras que en el caso de México era consecuencia de la profunda estratificación de la sociedad, cuya clase educada (políticos y aristócratas) discriminaba a los indígenas y a los restos de su cultura mientras aspiraba a implantar la última moda de París en la capital. Esta dependencia de Europa terminó en México



con la Revolución y, años más tarde, en Argentina con Perón. Las conmoviones sociales representadas por estos dos movimientos fueron muchas, pero para nuestro interés de hoy, la que deseo resaltar, fue la decisión de las autoridades de ambos países, tomada por una ignorancia que prefiero llamar descomunal a criminal, porque creo que no fue intencionada, de considerar a las ciencias y a las humanidades como no prioritarias para el desarrollo del país.

Cuando el campo mexicano todavía olía a pólvora, cuando aún no se había acabado de secar la sangre del millón de vidas que costó la Revolución, los triunfadores opta-

ron por distribuirse el botín en aras de su beneficio personal (económico y de poder) en vez de atender a las necesidades más urgentes de la población. Sólo Lázaro Cárdenas sigue brillando en el cielo político mexicano como el único alto funcionario que se preocupó por el desarrollo integral de la sociedad, y sólo José Vasconcelos le intentó dar dignidad y contenido académico a la cultura del país. La ciencia sigue siendo el patito feo del crecimiento cultural en México, aunque desde 1973, con la creación del CONACyT, disfruta del carácter de institución demagógicamente explotable; todavía hoy, en el primer año del siglo XXI y del III Milenio, el presupuesto anual asignado a la ciencia y la

tecnología es del 0.3% del PIB, cuando en otros países como Holanda, Japón y EUA, oscila entre el 3.0 y el 6.0 del PIB.

Marcelino nos relata que en la Argentina las cosas no fueron muy diferentes: ese país no pasó a través de una revolución tan costosa y tan trágica como la nuestra, pero en cambio en 1945, al terminar la II Guerra Mundial, cuando todo era bienestar y prosperidad en su país, surgió el peronismo, un movimiento revolucionario que intentó y logró acabar con la estructura de la sociedad de su tiempo, arrasando con todas las instituciones (buenas y malas) creadas hasta entonces, en aras de un populismo demagógico que hoy podría caracterizarse como "salvaje", en paralelo con el capitalismo de nuestros tiempos. Los "descamisados" peronistas invadieron y tomaron posesión de todo: periódicos, comercio, política, administración pública, medios, legislación, justicia y universidades. La matrícula en la Universidad de Buenos Aires creció en dos o tres órdenes de magnitud, los profesores no peronistas fueron sumariamente despedidos, para ingresar o permanecer en una cátedra era más importante la credencial del partido político que el curriculum académico, el peronismo manifiesto prevalecía sobre los conocimientos para aprobar una materia. En esa época, los científicos y humanistas argentinos no peronistas eran vistos como enemigos del régimen y eran tratados como la escoria de la sociedad. Esta visión no cambió en los años siguientes, cuando el peronismo fue sustituido por varios gobiernos, uno breve democrático y otros más militares, lo que motivó una diáspora



masiva de los científicos y humanistas argentinos, en búsqueda de ambientes y condiciones más favorables para trabajar.

Después de estancias en otros países, México tuvo la suerte de que Marcelino Cerejido viniera a parar en nuestros lares. Aquí (en el Cinvestav) ha demostrado su calidad de investigador científico distinguido, de profesor capaz de inspirar y educar a docenas de jóvenes, y de elemento positivo en el desarrollo cultural de la sociedad. Me sentí halagado y orgulloso cuando Marcelino y Fanny, su esposa, obtuvieron la nacionalidad mexicana, y feliz cuando, al poco tiempo, Marcelino recibió el Premio Nacional de Ciencias, el máximo galardón que nuestro país otorga anualmente a los ciudadanos más distinguidos en ese campo. Hace más de cinco años, Marcelino

aceptó incorporarse como miembro del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos de la UNAM, en donde ha funcionado como adomo y como provocador socrático de sus ideas.

Pero la tercera y última lectura de la *Nuca* de Marcelino me abrió los ojos a otra dimensión de su texto, que encuentro aplicable no sólo a Argentina y a México, sino a toda la comunidad de *Homo sapiens*. Por ejemplo, en la p. 127 de la tercera edición de su libro, que hoy comentamos, Marcelino dice, en relación con la administración de la ciencia:

"El relato de lo que sucede después debería resumirse en diez o veinte frases breves, enmarcado y colocado en la oficina de todo burócrata de la ciencia, de esos que



habitualmente malversan fondos derivándolos hacia una quimérica aplicación tecnológica, ignorando que ella es producto del desarrollo armónico de *todo* el aparato científico, desde la ciencia básica hasta la tecnología y la producción.”

Aunque parezca, Marcelino no está hablando de nuestro país, sino de un episodio ocurrido en la Argentina en 1948-1951, el del fiasco del proyecto atómico en Huemul, que según Cerejido:

“...constituye un caso extremo, pero no aislado, de una enfermedad típica de la ciencia y la tecnología subdesarrolladas, pues en nuestros países no es infrecuente que un cirujano se lance a hacer algún tras-

plante estrambótico, o que un ingeniero afirme haber desarrollado un aparato para hacer llover, atrayendo la atención de los medios masivos de comunicación con un desborde nefasto de patriotismo científico y, a través de él, el apoyo económico otorgado por funcionarios que no tienen ni la más brumosa idea de lo que es un logro ni una comprobación científica. Estos bochornos no son más que consecuencias de una falsa idea acerca de los productos científicos, que no se pueden dar sin un desarrollo armónico del conocimiento; no se puede lograr una aplicación sin una investigación aplicada, ni una ciencia aplicada sin una ciencia que aplicar.”

En muchos otros párrafos lo que escribe Cerejido sobre el subde-

sarrollo de la ciencia y la tecnología en la Argentina es perfectamente transplantable a México y al resto de los países del hemisferio sur. Sus andanadas en contra de la autoridad como sistema para contestar preguntas (concentradas sobre todo al principio del Capítulo XI, “Una mirada desde lejos”) se han hecho tan legendarias como características de Cerejido. Esta es un ejemplo de varias otras:

“Según el principio de autoridad, algo es verdad o es mentira según quien lo diga: papá, el presidente, la bula, el decreto, el director del instituto. En ciencias, en cambio, uno puede cuestionar, debe hacerlo, y de hecho lo hace, porque el

cuestionamiento es la actitud esencial del progreso: la medicina avanzó cuando dejó de contentarse con 'Todo se hace según (la autoridad de) Galeno'. La cosmología, la geología y con ellas la astronomía, la mineralogía, la paleontología y la antropología, comenzaron a prosperar cuando impugnaron la edad del Universo, que antiguamente se calculaba sumando las edades de los personajes de las Sagradas Escrituras. Cuando se nos objeta que hagamos algo no convencional, protestamos: '¿En dónde está escrito que no pueda hacerlo?' y así recurrimos, acaso sin saberlo, a un resabio de épocas en las que, si una cosa no estaba específicamente condenada por la autoridad de la Biblia, no estaba prohibido hacerla. La cosa en sí no está en juego, sólo se discute si alguna autoridad la permite o la prohíbe... El autoritarismo se me aparecía como la anticiencia, como una humillante traba al progreso..."

Para terminar, quisiera decir que el Apéndice de *La Nuca de Houssay*, que apenas ocupa 17 páginas, es una síntesis verdaderamente magistral de un grupo de problemas que afectan al desarrollo de la ciencia en el seno de comunidades subdesarrolladas, que debería ser reimpressa y repartida lo más ampliamente posible en todos los sectores. Cito sólo un párrafo:

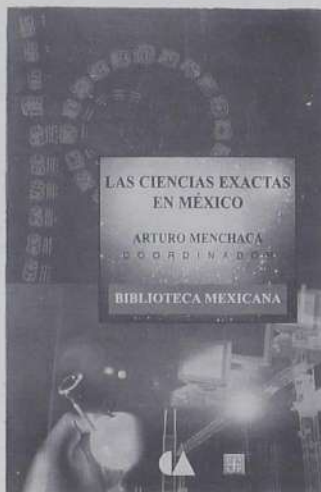
"La ciencia plantea una situación dolorosamente insólita: si a un país le faltan alimentos, combustibles o caminos, no duda un instante en señalar correctamente cuál es el déficit. En cambio, si le falta ciencia no está preparado para advertirlo. Prueba de ello es que cuando los gobiernos sofocan económicamente



a las universidades, o directamente las intervienen y destruyen, no hay un solo sindicato, una sola cámara industrial que alce su voz, y luego se tome habitual que las empresas se colapsen ante la competencia internacional y haya masas de obreros peregrinando masivamente a los santuarios para pedirle trabajo a San Cayetano o a la Virgen de Luján. Eso lo interpreta en términos de problemas económicos que, como efecto secundario, causan malestar social. Nuestra sociedad cree sinceramente que todo, incluido el conocimiento, comienza y acaba en la economía: la ciencia es algo que los países hacen después de enriquecerse, algo así como afirmar que Suiza no es rica porque tiene ciencia, sino que tiene ciencia porque es rica."

Yo diría, ya contagiado de argentinismos, que Marcelino Cerejido es un prosista macanudo y un pensador muy chévere. Los que

conocemos y hemos disfrutado de sus otros textos, como *Ciencia sin sesos*, *locura doble*, o *Porqué no tenemos ciencia*, o los escritos para la colección *La Ciencia* desde México y la *Ciencia para todos*, con su esposa Fanny Blanck: *La vida, el tiempo y la muerte*, o *La muerte y sus ventajas*, estamos de acuerdo en que maneja las ideas con soltura y elegancia y el lenguaje con estilo y perfección gramatical. Pero todos estos textos son serios y tratan de asuntos relacionados con la ciencia (aunque *La muerte y sus ventajas* tiene un humor negro muy disfrutable); en cambio, en 1983 Cerejido publicó un librito titulado *Aquí me pongo a contar*, donde hay cuentos, trozos de prosa impecable, ingeniosa e implacable, y más cuentos, unos tristes como tangos y otros profundos como pozos sin fondo, y las cuatro páginas perfectas de mi favorito, *Imágenes sin tiempo*, que es como un tango triste y profundo como un pozo sin fondo.



Las ciencias exactas en México,
A. Menchaca, coord., FCE, 2000

Physics in Latin America comes of age, J.L. Morán López, Physics Today, 2000

Miguel Angel Pérez Angón

El espíritu finisecular se apoderó de la comunidad científica mexicana

para brindamos una serie de análisis sobre la situación que atraviesa la actividad científica en nuestro país. Además de los informes *ad hoc* que promovió la Academia Mexicana de Ciencias¹ y la recopilación de indicadores científicos patrocinados por el Conacyt², ahora contamos con la visión de los propios científicos sobre *Las Ciencias Exactas en México*³ y sobre el desarrollo de la física en Latinoamérica⁴. Se puede decir que nunca antes había estado tan bien documentado el desempeño de los científicos mexicanos. A su vez, esta situación motiva a realizar una reflexión alrededor de la información contenida en estos documentos.

En nuestro país siempre ha existido mayor información sobre el estado de las ciencias naturales relacionadas con la biología y la medicina⁵; resulta entonces interesante analizar con detenimiento las disciplinas que se incluyen en *Las ciencias exactas en México*, que además de incluir apartados sobre lo que entendemos en nuestro medio como ciencias exactas-física,

El Dr. Miguel Angel Pérez Angón, investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav, es coordinador del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*.

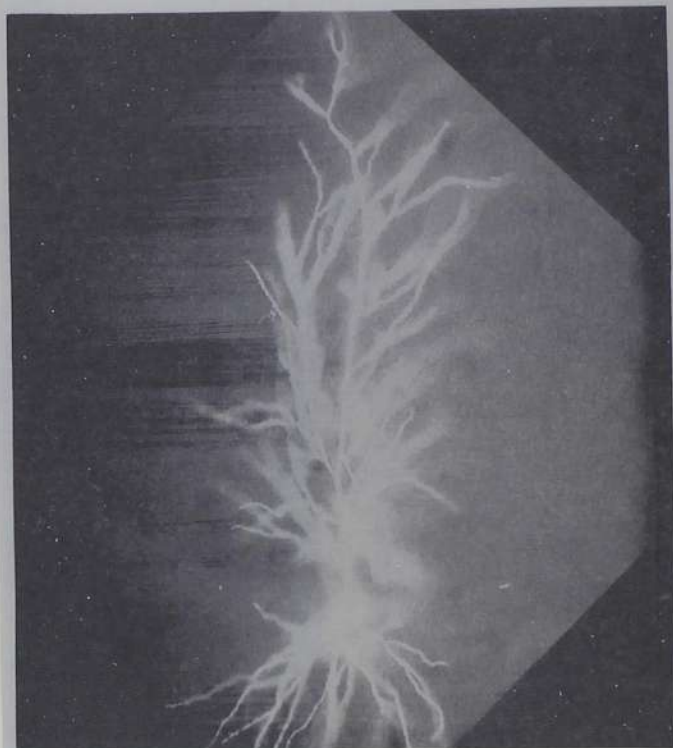
matemáticas, química y astronomía – contiene dos estudios sobre las ciencias de la tierra y las ingenierías. Estos ensayos fueron patrocinados por el Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada. Todos ellos pretenden ubicar el estado de cada disciplina y sus perspectivas al borde de la transición del Siglo XX al XXI. En términos generales se logra este cometido y nos libra de paso del estigma que teníamos los científicos mexicanos cuando mencionábamos, no sin cierto rubor, que los mejores análisis de la actividad científica en Latinoamérica habían sido realizados por nuestros colegas de los EUA o Inglaterra⁶.

Física

Posiblemente la física sea la disciplina sobre la que se tiene información más detallada en México, tanto en el aspecto de formación de recursos humanos como en el área de la productividad científica⁶. Como un reflejo de esta situación, el capítulo sobre la física mexicana, que estuvo a cargo de Arturo Menchaca (IF-UNAM), es el que contiene los datos más completos y actualizados sobre 43 centros e instituciones dedicados a la investigación y la docencia en el área de las ciencias físicas. Se presentan los principales grupos de investigación clasificados según la especialidad que cultivan (materia condensada, partículas y campos, física estadística, ...) y con información pertinente sobre su planta académica: grado académico, género, teóricos o experimentales. La recopilación de esta información se agilizó gracias al banco de datos generado a través de la publicación anual del *Catálogo de*

PHYSICS TODAY

OCTOBER 2000



NERVE SIGNALS GO THE DISTANCE

Programas y Recursos Humanos en Física por parte de la Sociedad Mexicana de Física.

El desarrollo de la física ha sido impresionante en los principales países latinoamericanos⁴: Brasil cuenta con alrededor de 2200 físicos con doctorado, Argentina con unos 1,200 y México con unos 1,100. Como un reconocimiento a este desarrollo, la revista *Physics Today*

(una de las publicaciones más influyentes en el área de las ciencias físicas) publicó el año pasado un artículo extenso al respecto. En particular, según los indicadores publicados por el CONACyT con información proporcionada por el Institute for Scientific Information (ISI)², el gremio de físicos mexicanos se convirtió en 1999 en el más productivo en la publicación de artículos originales de investigación, des-



plazando al segundo lugar a los colegas biomédicos.

Matemáticas

Juan José Rivaud (Cinvestav) tuvo bajo su responsabilidad la sección dedicada al desarrollo de la matemática mexicana. Como ocurre en la descripción de las otras disciplinas reseñadas en *Las ciencias exactas en México*, se cubre de manera muy completa la historia y los antecedentes de las matemáticas en nuestro país. No obstante, la actividad académica reciente en esta área del conocimiento sólo se aborda a grandes rasgos. Por ejemplo, resulta impresionante enterarnos que se ofrecen en México 33 programas de licenciatura, 18 de maestría y 6 de doctorado en matemáticas en nuestro país, pero no nos queda una

idea clara de la evolución de su matrícula y egreso y cómo se ubica esta actividad con respecto a EUA u otros países desarrollados. En la misma línea de razonamiento, no se enfatiza en este ensayo la argumentación de algunos colegas matemáticos de que, aun cuando su producción de artículos es relativamente baja en nuestro medio, en cambio su repercusión es muy superior a la del promedio de los otros gremios académicos⁷.

Astronomía

Esta disciplina científica es la que ha tenido mayor tradición en México: los evidentes desarrollos de la época prehispánica enmarcaron el cultivo de esta disciplina en la época colonial y no es sorprendente enterarse de que en 1878 se inauguró el

Observatorio Astronómico Nacional, la primera institución fundada en nuestro país para realizar observaciones astronómicas. Luis Felipe Rodríguez (IA-UNAM) relata la historia reciente de la astronomía mexicana y resalta las principales contribuciones que han realizado los astrónomos mexicanos.

El desarrollo de varios observatorios en nuestro país (San Pedro Mártir, B.C.; Cananea, Son.; Gran Telescopio Milimétrico, Cerro La Negra, Pue.; Telescopio Infrarrojo Mexicano) ha impulsado la integración de sólidos grupos de investigación en astronomía a tal punto que los astrónomos mexicanos se han convertido en el segundo grupo más numeroso entre los físicos mexicanos (después de los físicos dedicados al estudio de la materia condensada y los materiales). Este crecimiento se ha dado fundamentalmente con investigadores provenientes del extranjero ya que el primer programa de doctorado en astronomía no se estableció en nuestro país sino hasta 1989. A su vez, este fenómeno demuestra que sí es posible atraer investigadores de alta calidad a nuestro país si se crea un ambiente propicio para el desarrollo de una carrera científica, ya que los salarios de los investigadores en México son competitivos con los que se ofrecen en algunos países desarrollados.

Química

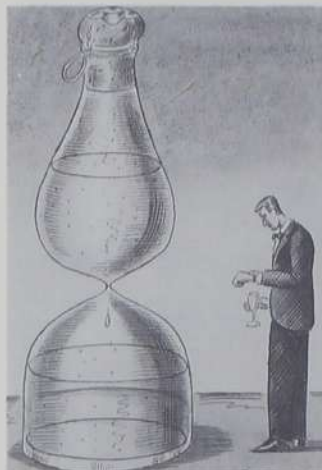
Norah Barba (FQ-UNAM) y Rosalinda Contreras (Cinvestav) presentan un panorama de la química mexicana, tanto en su vertiente de enseñanza como de investigación. En este caso utilizan profusamente

la información proveniente del Sistema Nacional de Investigadores por lo que sus datos reflejan a la comunidad química mexicana que se dedica de manera activa a la investigación. El espectro que cubren es muy amplio y va de la ingeniería química, pasando por la química pura propiamente dicha, hasta incluir algunas especialidades que no asociamos directamente con la química como la bioquímica, la minería y la metalurgia.

La información publicada por el CONACyT en sus *Indicadores Científicos*² sobre la química refleja a una comunidad muy productiva en la publicación de artículos originales de investigación. Esta información proviene del ISI de Filadelfia pero no creo que considere un espectro tan amplio de la química como lo que se consideró en este libro. Por supuesto, esta circunstancia no demerita a los químicos mexicanos, ya que con una comunidad relativamente pequeña han establecido un ritmo de publicación similar al del gremio de investigadores biomédicos.

Ciencias de la Tierra

Los autores de la sección correspondiente al desarrollo de las ciencias de la tierra en México (Dante Morán Zenteno y Cinna Lomnitz, investigadores del Instituto de Geología y del Instituto de Geofísica de la UNAM, respectivamente) escribieron una reflexión crítica y amena a la vez sobre su especialidad. Es la única sección que contiene una lista detallada de los artículos de inves-



tigación que se han publicado en México y que, en opinión de los autores, realmente han hecho una aportación sobresaliente en su campo. Por supuesto, para realizar esta tarea ayudó mucho que contamos todavía con una comunidad bastante pequeña de investigadores en ciencias de la tierra (geólogos y geofísicos).

Ingeniería

El último artículo contenido en *Las ciencias exactas en México* corresponde a los antecedentes y la situación actual la ingeniería mexicana. Esta parte estuvo a cargo de José Luis Fernández Zayas (II-UNAM) pero él mismo reconoce que el desarrollo científico de las ingenierías en nuestro país es realmente patético. Es una lástima que con una población de más de 360 mil ingenieros mexicanos, como se indica en este libro, no haya sido posible establecer una tradición científica que sea realmente visible.

Notas

1. *Diagnóstico de la física en México*, M. López de Haro, coord. (AMC, 2000); *Las Matemáticas en México: educación y desarrollo*, L.G. Gorostiza, coord. (AMC, 2000).
2. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1990-1999* (CONACyT, 2000).
3. *Las ciencias exactas en México*, A. Menchaca, coord. (FCE, 2000).
4. J.L. Morán López, *Physics in Latin America comes of age*, *Physics Today* (octubre 2000).
5. H. Aréchiga, C. Beyer, coords., *Las ciencias naturales en México* (FCE, 2000); H. Aréchiga, L. Benítez Bribiesca, coords., *Un siglo de ciencias de la salud en México* (FCE, 2000).
6. Véase, por ejemplo, M.A. Pérez Angón y G. Torres Vega, *Interciencia* **23**, 163 (1998); *Science* **267**, 808 (1995); *Nature* **387**, 537 (1997).
7. C. Prieto, *Avance y Perspectiva* **18**, 261 (1999).

PHYSICS IN LATIN AMERICA COMES OF AGE

At the end of the 20th century, physics in Latin America has grown to include advanced facilities, and industrial development. An aggressive program for education and technology may lead to a flourishing research in the next century.

Jose Luis Fernandez Zayas

Physics in Latin America has a long and rich history. In the early 20th century, the region was a center of scientific activity, with many prominent physicists working in the field. However, after World War II, the situation changed. The focus shifted from basic research to applied science, and the region's scientific community began to decline. In the 1960s and 1970s, there was a resurgence of interest in physics, but it was largely limited to the study of elementary particles and nuclear physics. In the 1980s and 1990s, the situation improved further. The region's scientific community began to expand, and there was a renewed interest in basic research. This was reflected in the establishment of new research centers and the hiring of more scientists. In the 20th century, physics in Latin America has come of age. It is now a mature field, with a strong scientific community and a focus on basic research. The region's scientific community is now capable of conducting world-class research in a wide range of areas, including elementary particles, nuclear physics, and astrophysics. This is a testament to the hard work and dedication of the scientists who have built the region's scientific community over the years.

IX Reunión Anual de la División de Gravitación y Física-Matemática

Sociedad Mexicana de Física

3-4 de Mayo de 2001

Auditorio José Adem, Cinvestav
Unidad Zacatenco

Pláticas invitadas, contribuciones, posters

Fecha límite para recibir resúmenes de contribuciones: 31 de marzo de 2001

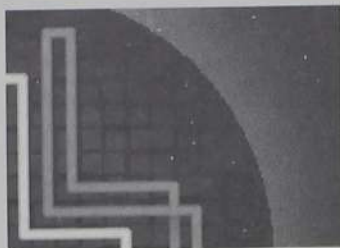
Comité organizador

N. Bretón, Cinvestav
A. García-Díaz, Cinvestav
J. Socorro García, IFUG
D. Sudarsky, ICN-UNAM

Informes:
malu@fis.cinvestav.mx
Tel. y Fax 57 47 38 34

SEMINARIO DE MODELADO

DEPARTAMENTO DE CONTROL AUTOMÁTICO
DEL CINVESTAV



ALGUNOS TÓPICOS A TRATAR

Aeronaves
Algoritmos genéticos
Bioprocesos
Cinética y dinámica de fármacos
Citoesqueleto de amibas
Climax sexual
Convertidores CD - CD
Convertidores fotovoltaicos
Epidemiología
Fibras musculares
Finanzas
Galaxias
Hipertensión
Imágenes
Procesos agrícolas
Procesos metalúrgicos
Propiedades ópticas de los materiales
Química computacional y modelado molecular
Reactores químicos
Semiconductores
Sistemas estocásticos, teoría de juegos
Sistemas conexionistas
Sistemas a eventos discretos
Sistemas mecánicos
Sistema nervioso central
Sistemas sociales
Software para modelado y simulación

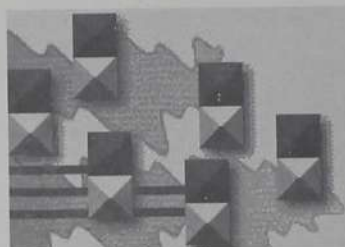
CONFERENCISTAS

Científicos del CINVESTAV de prácticamente todas las áreas del conocimiento que se cultivan en la institución y algunos conferencistas externos en áreas complementarias.

Una conferencia semanal los viernes a las 11:00 hrs
Auditorio de Ingeniería Eléctrica

MOTIVACIONES

El modelado y la simulación han sido actividades centrales en todas las disciplinas de la ciencia y de la ingeniería. Ambas nos ayudan a comprender la naturaleza cuando las utilizamos para analizar fenómenos naturales y sistemas físicos. También resultan de gran importancia y utilidad en el diseño de procesos tecnológicos, pues nos ayudan a predecir su comportamiento dinámico aun antes de construirlos.



INFORMES E INSCRIPCIONES

Dr. J. M. Ibarra Zannatha
Coordinador del Seminario
jibarra@ctrl.cinvestav.mx

Dr. J. C. Martínez García
Coordinador Académico del DCA
martinez@ctrl.cinvestav.mx

www.ctrl.cinvestav/modelado.html
57 47 38 00 ext. 3205, 3238, 3239 y 3244



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

El Departamento de

INGENIERIA eléctrica

www.ie.cinvestav.mx

Ofrece Programas de
MAESTRIA y DOCTORADO
(con opción de
Doctorado Directo)
en Ciencias

con la especialidad en:



Informes:

Maria del Carmen Quintero Martinez.

Telefono: 57-47-38-00 ext.6500

e-mail: mquinter@mail.cinvestav.mx

Departamento de Ingeniería Eléctrica. Av. IPN 2508 Colonia San Pedro Zacatenco, CP 07360 México, D.F.

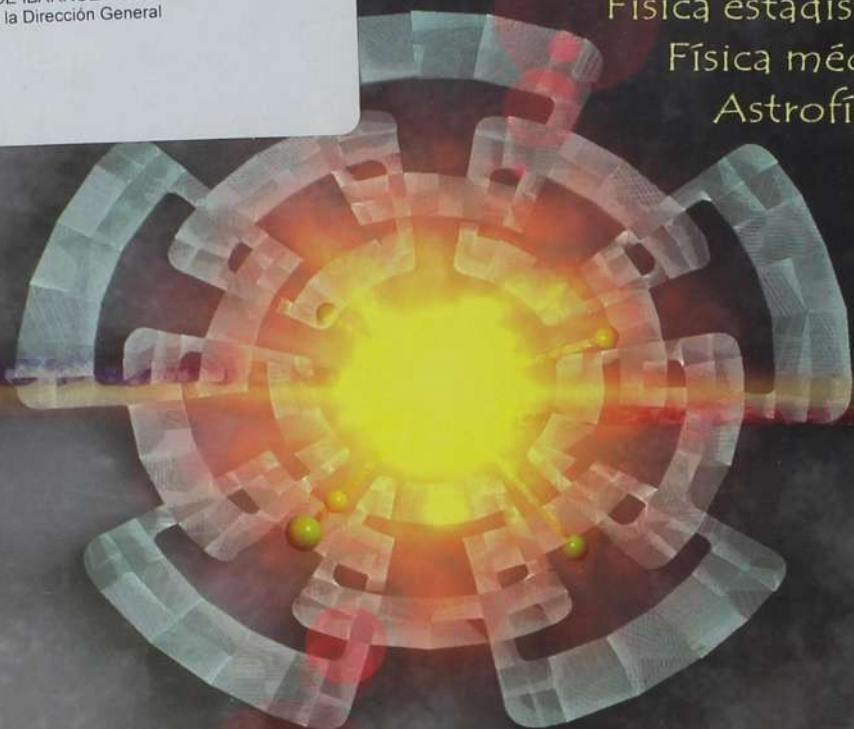
Promoción y Coordinación:
Ingeniero Eléctrico

Maestría, Doctorado, Posdoctorado

Pa
Fis
Fis
Gra

DRA. MA. DE IBARROLA NICOLIN
Asesora de la Dirección General

Materia condensada
Física estadística
Física médica
Astrofísica



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

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

Inscripciones al doctorado en cualquier época del año.

BECAS de Conacyt

Coordinación de admisión

Departamento de Física, Cinvestav

Apdo. postal 14-740

07000 México, D.F.

Tel. (52-5) 747 3831

Fax (52-5) 747 3838

admission@fis.cinvestav.mx

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

Maestría, Doctorado, Posdoctorado



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

Maestría, Doctorado, Posdoctorado



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

vista tridimensional