

CIENCIA DESARROLLO

Enero/Febrero del 2000 • Volumen XXVI • Número 150 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

Historia General de las cosas de la Nueva España



sup • CONACYT

01001



7 509997 150345

La Historia general de Sahagún

La ciencia, invento del hombre; entrevista a José Sarukhán

Lingüística y lingüística computacional

La caída de los gigantes. El cardón en BCS • Los murciélagos en el área maya

Director General
Carlos Bazdresch Parada

Director Adjunto de Investigación Científica
Jaime Martuscelli Quintana

Director Adjunto de Modernización Tecnológica
Ramiro García Sosa

Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional
Luis Ponce Ramírez

Director Adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt
Alfonso Serrano Pérez Grovas

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica
Adrián Jiménez Gómez

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas
Sylvia Ortega Salazar

Director Adjunto de Administración y Finanzas
Francisco Javier Fernández de Castro Santos



SEP • CONACYT

Director Editorial
Armando Reyes Velarde

Editora
Clairette Ranc Enríquez

Subdirector Editorial
Carlos Monroy García

Consejo editorial: René Drucker Colín, José Luis Fernández Zayas, Oscar González Cuevas, Pedro Hugo Hernández Tejeda, Alfonso Larqué Saavedra, Jaime Litvak King, Lorenzo Martínez Gómez, Humberto Muñoz García, Ricardo Pozas Horcasitas, Alberto Robledo Nieto, Alfonso Serrano Pérez Grovas.

Asesores editoriales: Guadalupe Curiel Defossé y Mario García Hernández

Redacción: Concepción de la Torre Carbó, Mayán Santibañez Cervantes, Josefina Raya López y Lizet Díaz García

Coordinación de producción: Jesús Rosas Espejel

Producción: Carolina Montes Martínez

Diseño e ilustración
Agustín Azuela de la Cueva y Elvís Gómez Rodríguez

Impresión
Talleres Gráficos de México
Canal del Norte 80, 06280 México, D.F.

Distribución
Intermex, S.A. de C.V.
Lucio Blanco 435,
Col. San Juan Tliluaca, 02400 México, D.F.

Suscripciones y ventas
Alicia Villaseñor
Conacyt/ *Ciencia y Desarrollo*
Av. Constituyentes 1054, 1er. piso
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.
327 74 00, ext. 7044

Consulte la página Internet del Conacyt,
en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.main.conacyt.mx>

Ciencia y Desarrollo es una publicación bimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), editada por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la expresa autorización de la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Certificado de licitud de título de publicación: 259, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, expediente 1/342 "79"/1271, del 22 de agosto de 1979. Reserva al título en Derechos de Autor núm. 04-1998-42920332800-102, del 29 de abril de 1998, expedido por la Secretaría de Educación Pública. Autorizada como correspondencia de segunda clase. Registro DGC núm. 0220480, características 229621 122. Certificado de licitud de contenido núm. 112. Producida por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica, con dirección en avenida Constituyentes 1046, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo, 11950 México, D.F. teléfono 327 74 00 ext. 7800 y 7801.

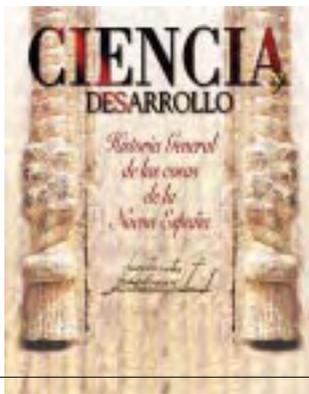
En el difícil proceso de conciliar dos culturas, México ha debido resolver frecuentes contradicciones que han marcado momentos importantes de su desarrollo histórico. Lo ha hecho sobre la base de establecer a veces la preminencia de una cultura por encima de la otra, generando periodos de relativa estabilidad que determinan exclusiones momentáneas y así la ilusión de que ha sido resuelto el conflicto de fondo.

La conciliación, sin embargo, sólo puede concebirse y realizarse por la comprensión de los hechos, su discernimiento, tanto en lo que se refiere al pasado como por lo que hace al presente, y esto exige un gran esfuerzo de equilibrio, de cariño por la compleja materia que se tiene entre manos y de atención al clamor de las cosas que se resisten a la destrucción. Estas tareas vienen a ser como puentes extraordinarios e imprescindibles en la difícil labor del entendimiento.

Hay quienes contribuyen al propósito de la síntesis, incluso sin imaginar que su obra podría desempeñar semejante función. Tal es el caso de fray Bernardino de Sahagún, cuyos quinientos años se celebraron en este fin de milenio y cuya obra ofrece a los mexicanos de nuestro tiempo la maravillosa singularidad de una raíz indígena tradicionalmente más evocada que conocida.

Con la Historia General de las Cosas de Nueva España, Sahagún enriquece al mundo y a España, pero de manera fundamental a México. Sahagún, él mismo todavía en la penumbra, como muestra el trabajo de Ascensión Hernández de León-Portilla que publicamos en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*, recupera para el mundo la visión de los vencidos, lo realiza para "hacer luz", es decir, para sacarlos de las sombras, de las tinieblas en las cuales empezaban a perderse; para iluminar una cultura en proceso acelerado de extinción. Es un precursor de la antropología, que garantiza la voz del extraño, del otro.

Para España, al menos, constituye un apoyo contra la leyenda negra, porque Sahagún representa al español que salva y construye. Sin embargo, por encima de todas las cosas, es a México al que ofrece un logro que en su tiempo difícilmente hubiera podido comprender o imaginar, como de igual forma le hubiera resultado imposible concebir la formación de un pueblo hispano-indígena. Con su obra permite el fortalecimiento de una identidad que en parte nace de aquellos cuyos rasgos fundamentales de existencia salvó. Sahagún rescata la voz de un pueblo y permite que sus resonancias continúen.



Nuestra portada:

Editorial

1 *Los sistemas de innovación* 44

Pieza clave para la viabilidad de las naciones

JOSE LUIS GAZQUEZ

Entrevista

“La ciencia, invento del hombre, generada para ir acumulando capacidad experimental e infinita en el espacio y en el tiempo”:

José Sarukhán Kermez

SUSANA ALICIA ROSAS

4 *La importancia de la formación de doctores en México* 48

SYLVIA B. ORTEGA SALAZAR,

OSCAR M. GONZALEZ CUEVAS

Y CLAUDIA N. GONZALEZ BRAMBILA

Reportaje

Bacterias para fertilizar suelos áridos

GUSTAVO AYALA VIEYRA

12

La historia general de Sahagún

Primera enciclopedia antropológica en el universo de las culturas

ASCENCION HERNANDEZ DE LEON-PORTILLA

18

La caída de los gigantes

Un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus pringlei*) en Baja California Sur

YOAV BASHAN, GERARDO TOLEDO,

LUZ E. GONZALEZ Y GINA HOLGUIN

30

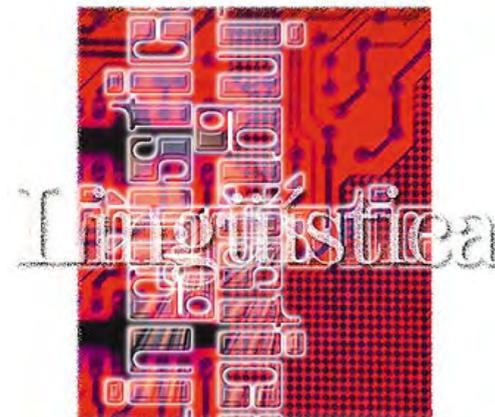


Acaros oribátidos de Quintana Roo

MARIA MAGDALENA VAZQUEZ G.

38 *Los murciélagos en el área maya* 75

ROBERTO ROMERO SANDOVAL



Lingüística y lingüística computacional 64

MAYELLA ALMAZAN ARREOLA

Tomografía computarizada 70

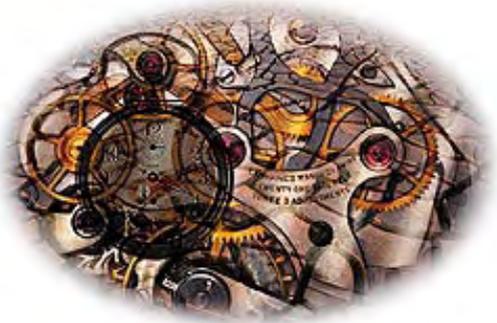
Método no destructivo para el estudio de materiales

GONZALO M. DOMINGUEZ ALMARAIZ,

MARIO A. GONZALEZ GARZA Y CLAUDE BATHIAS



CIENCIA DESARROLLO



Descubriendo el universo

- Sobre la medida del tiempo 82
- Un paseo por los cielos de marzo y abril del 2000 84

JOSE DE LA HERRAN

Alaciencia de frioleras

- Geografía médica 86

MIGUEL ANGEL CASTRO MEDINA

Deste lado del espejo

- *Die kleine Friedrich* 90
- La magia de los pentominós (*El torito*) 91
- Para expertos en caracoles cuadrados (*solución al torito del núm. 149*) 92

MARCELINO PERELLO

La ciencia y sus rivales

- Energía de la nada 90

MARIO MENDEZ ACOSTA



Reseña

- Tradición y modernidad en Gutiérrez Nájera* 96

ALBERTO VITAL

Comunidad Conacyt

98

- Convenio SRE-Ecosur. Beneficios para estudiantes de posgrado
- Convenio Conacyt-London School of Economics and Political Science
- Sexta Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
- Primer Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación
- Segundo encuentro de investigadores e instituciones del Sistema SEP-Conacyt

Nuestra ciencia

103

- V Olimpiada Iberoamericana de Química
- Investigación conjunta UAM-IPN en proyectos de ingeniería física
- Premio Nacional de Ciencias y Artes 1999
- Alumnos de la UNAM triunfadores en competencia internacional de ingeniería



La ciencia en el mundo

106

- Premio Mundial de Ciencias Albert Einstein 1999
- Premios Nobel 1999

Los autores

110



“La ciencia, invento del hombre, generada para ir acumulando capacidad experimental e infinita en el espacio y en el tiempo”:

José Sarukhán Kermez

SUSANA ALICIA ROSAS

Sonríe poco, pero cuando lo hace se marcan dos huecos en sus mejillas que nos ofrecen una nueva fisonomía de José Sarukhán Kermez. El doctor en ecología por la Universidad de Gales muestra su humanismo, el que le conduce a preocuparse de aquello que también forma parte del entorno que estudia su materia. Las personas “somos seres biológicos, y como tales deberíamos funcionar, no como un conglomerado de intereses nacionales, económicos, raciales o religiosos”, comenta. El doctor Sarukhán es miembro de El Colegio Nacional y de diversas sociedades científicas de México y el extranjero. Con 90 trabajos de investigación y varios libros, como *Arboles tropicales de México* (el cual fue merecedor del Premio Caniem 1998 al Arte Editorial), *Las musas de Darwin* y *Manual de malezas del valle de México*, el ex rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) nos recibe en su oficina del Laboratorio de Poblaciones, en el Instituto de Ecología. En este edificio priva el orden, a simple vista; cada objeto tiene su lugar. La pequeña mole de concreto que conforma el Instituto conserva la armonía en medio de la vegetación y el silencio. Lejos del bullicio, el coordinador nacional de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) se muestra generoso. Es poco el tiempo del que dispone, luego de un largo

día al cual todavía le falta mucho para concluir. Sus palabras se alargan cuando de hablar de su profesión se trata; en cambio, son pocas si queremos referirnos a su persona. Las escasas sonrisas, producto de alguna evocación, no sólo dulcifican su rostro, sino que recrean una conversación.

Así, la pregunta obligada salta con premura. ¿Cuándo y a partir de qué motivaciones descubrió su vocación científica? El doctor Sarukhán no se sorprende, sonríe y aunque no se inclina a conversar sobre su vida –lo había advertido antes de encender la grabadora– nos regala un avance. “No creo que uno decida ser científico, al menos no a la edad en la que uno toma esas decisiones. Lo que me atrajo de la biología fueron quizá dos elementos, uno más importante que el otro. Uno fue un profesor de biología en la secundaria, Antonio Carrillo, quien daba unas clases espléndidas, muy vivas y atractivas. Era un magnífico dibujante y pintor, un artista, todas sus clases las dibujaba. No vivíamos los tiempos de los audiovisuales, había que utilizar el pizarrón. Yo me maravillaba, primero, de la belleza de los dibujos, luego de la dedicación de hacer algo tan efímero, porque había que borrar el dibujo. Sin importarle eso, el profesor Carrillo producía algo de tanta belleza con el fin único y exclusivo de transmitirnos sus ideas. Claro, ahora lo razono de esa manera, no sé si lo hacía en aquellos momentos.

Siempre tuve muchas afinidades con el campo, incluso eso de los *scouts* me permitía mantener ese contacto. Sin embargo, de la biología primero me atrajo el funcionamiento del sistema nervioso –algo verdaderamente fascinante–, la complejidad del sistema que recibe impulsos y mensajes de toda índole, colores, sabores y sonidos que son percibidos, transmitidos, transformados, elaborados y luego interpretados en el cerebro como objetos, mensajes, etc. Siempre me atrajo y me sigue atrayendo este mecanismo del que ahora se sabe más que hace 30 años, pero que aún está abriéndose. También me pareció que la neurocirugía sería algo interesante pero no había tal carrera, para llegar a ella había que estudiar medicina o biología. La primera no me atraía, opté por la biología. En ese tiempo había dos lugares para estudiarla, la Escuela de Ciencias Biológicas, en el Instituto Politécnico Nacional y la UNAM. Por muchísimas razones esta última era muy atractiva, por su imagen, porque apenas hacía cuatro años que había inau-

gurado un campus que era orgullo nacional e internacional.

Con el paso del tiempo me di cuenta de que no había mucho qué hacer en la neurobiología; de hecho no había grupos de trabajo allí. Algunas cosas se estudiaban en la Facultad de Medicina con el profesor Negrete y su grupo, de cuyos integrantes recibimos clases muy atractivas. Entre múltiples razones hubo una pragmática que me ayudó a decidir rápidamente hacia dónde dirigirme. En los inicios de los sesenta las opciones de trabajo eran pocas. El Instituto de Biología era una fortaleza cerrada prácticamente a cualquier gente nueva, en forma literal era un castillo feudal con sus barones y había que entrar como súbdito. Pero, además, no había muchas oportunidades. La otra era dar clases como desesperado, desde las siete de la mañana en alguna prepa, lo que tampoco me hacía mucha gracia. En esas circunstancias, al principio del cuarto año de la carrera surgió la posibilidad de tener una beca para realizar la tesis, verdaderamente un garbanzo de a libra. Consistía en llevar a cabo estudios de ecología del barbasco, una planta mexicana de la cual en ese tiempo se sacaban todos los corticoesteroides que se estaban empezando a sintetizar. Entonces había recursos que provenían de cada tonelada que se exportaba; se generaba un “impuesto” destinado a la investigación, algo que no he visto que se repita.

Se trataba de una beca para realizar estudios en el trópico. Así, se me abrió un panorama muy atractivo. Por esto y porque tuve dos maestros muy estimulantes de ecología, uno, el doctor Faustino Miranda, cuya enseñanza para mí fue muy importante, aunque no me dio ecología, porque era taxónomo. El trabajaba mucho en Chiapas y el trópico mexicano. El otro fue el doctor Rioja, quien impartía el único curso de ecología en toda la Facultad. Era un curso bellissimo y una verdadera delicia escuchar al doctor Rioja. Estos dos personajes, ambos del exilio español, fueron una motivación muy grande para mis estudios. Finalmente, el hecho de haber optado por la ecología y trabajar con el barbasco me pusieron en contacto con el doctor Miranda porque en ese tiempo él tenía una posición directiva en el grupo que laboraba en el Instituto de Investigaciones Forestales, también estaba Arturo Gómez Pompa, quien de hecho fue el que me invitó a entrar. Bueno, esas fueron influencias muy positivas y enriquecedoras que tenían que ver plenamente con la ecología.

¿Cómo ha logrado usted ser un científico destacado?

Destacado o no –son cuestiones relativas– es el gusto. Se trata de llevar un gozo y un placer internos, en el mejor sentido de la palabra, por trabajar en lo que interesa y eso se vuelve una motivación que lo va metiendo a uno cada vez más, y que es autoalimentada al hacer investigación con gusto en un ambiente en el cual uno tiene las posibilidades de desarrollarse con libertad, aunque también con limitaciones, porque en ese tiempo, en la primera mitad de los sesenta, el desarrollo de la ciencia era incipiente. Repito, es el gusto por hacer ciencia, por investigar, por obtener resultados, por adentrarse, por establecer contacto con las personas que uno reconoce como autoridades académicas en el campo, como líderes morales con quienes se puede establecer una relación de aprendizaje, entrenamiento y formación.

También se añaden otras cosas de tipo familiar, pues si lo que uno está haciendo engrana en el ámbito de la familia y con la esposa o el esposo se tiene empatía al respecto, no se formará un ambiente hostil que lo puede volver todo muy crítico y difícil. Y luego están los elementos circunstanciales, que dependen de la suerte, como haber contado con el privilegio de tener maestros como los que tuve. Luego hice una maestría en botánica agrícola, que para mí fue una experiencia muy profunda de enriquecimiento académico, obviamente, pero mucho más de enriquecimiento humano, que es lo que yo más valoro. En esos momentos aprendí a apreciar cosas de este país, que de otra manera no hubiera sido capaz, y cuando digo “este país” también hablo de su gente. Sin estas circunstancias seguramente sería bastante más pobre en mi formación.

Para el doctor José Sarukhán, ningún científico puede asegurar que se considera rico en cuanto a formación y capacidades porque siempre querrá saber más. El científico que toma en serio su profesión, sabe que su trabajo tiene implicaciones en otras ramas, claro, a menos que se dedique a un caso sumamente específico, lo cual es casi inexistente, y afirma: “Pero en ramas como la ecología –que es algo así como la estación



VICTOR PEREDA

Pino Suárez del Metro– en la que muchas ciencias coinciden con otros elementos, hay uno de ellos muy importante que la distingue de otras áreas de la ciencia, incluso de otras áreas de la biología, la dimensión histórica que tiene que ver con la evolución, y entonces lo involucra a uno en múltiples intereses, entre ellos, los fenómenos sociales. Así, uno ya se mete a tratar de nadar en el océano Pacífico, aunque sí se está contento en la orilla de la playa donde uno se encuentra.

“Y bueno, también se hacen contactos que van abriendo horizontes, particularmente fuera del país, que le dan a uno ideas sobre cómo se puede lograr que las cosas sean de acuerdo a como uno quisiera, y ya luego se dedica a tratar de conseguirlo. Esa fue la manera como di otro brinco muy importante en mi formación. Fui a hacer mi doctorado en Gran Bretaña, con quien en ese tiempo era el líder mundial en ecología de poblaciones de plantas, John Harper. También fue una fortuna haberlo conocido, algo mucho más académicamente enriquecedor, que me abrió una nueva perspectiva sobre la biología y la ciencia e influyó en moldearme. Y como digo, se establecen relaciones, se hacen contactos y se empieza a formar una red en la cual uno después se apoya, se enriquece, participa, colabora; es bidireccional o multidireccional, depende. Esas cosas ayudan a que uno vaya conformando una vida profesional académica más rica, más amplia, más comentada.”

Esto me dice que es usted una persona extrovertida, ¿lo es?

Depende para qué. Creo que todos somos tímidos para algo, no para todo. En este sentido, cuando encuentro a alguien con quien puedo vibrar en la misma longitud de onda, establezco muy rápidamente contacto y relación, y así he hecho amigos, en el sentido más estricto de la

palabra, pero también he obtenido conocimientos muy enriquecedores.

Si se considera que no sólo se trata de cumplir con una metodología, ¿cuál es el conjunto de conocimientos necesarios para definir la ciencia con mayor claridad?

La ciencia es el edificio conceptual que se va construyendo sobre una cantidad de elementos que nos permiten conocer mejor la naturaleza y la sociedad. Al ser humano no lo podemos dejar fuera de ese edificio, pues contribuyen desde luego personas, instituciones, normas, valores, tradiciones que van guiando el proceso de acumulación del conocimiento de la manera menos errática posible, menos caótica posible; esto no quiere decir que el conocimiento va construyéndose de manera totalmente planificada, y no se trata de un proceso en el que cada quien hace lo que quiere, como quiere con los valores que quiera; no, hay normas, valores y una serie de cuestiones que van construyendo un edificio sin forma predeterminada.

La ciencia es un invento del hombre, una factura generada para ir acumulando la capacidad experimental e infinita en el espacio y en el tiempo. Desde generaciones pasadas, en lugares diferentes se ha ido produciendo y contribuyendo a esto y en ello nos hemos apoyado, descartando muchas cosas en el camino, que en su momento parecían ser promisorias y después resultó que no. Es como un árbol, un tronco con ramas de las que algunas de ellas se abortan o se cortan, son tocones, pero finalmente las ramas que van creciendo van formando un tronco fuerte que es el conocimiento científico en el que nos apoyamos. Las puntas de las ramas son las partes más nuevas, recientes, y a veces también las más frágiles, pero siguen construyendo ese gran árbol.

¿Quién sostiene y nutre a este gran árbol?

La sociedad misma, organizada de diversas formas, en instituciones, organizaciones, sociedades, en el interior de los países o en organismos internacionales, fuera de sus fronteras. Nos encontramos ante un fenómeno muy peculiar en que la ciencia empieza a dejar de ser fundamental-

mente un bien público, como se había considerado hasta ahora, para empezar a ser un bien privado, debido a la participación de los intereses económicos de grandes corporaciones, que invierten partidas muy fuertes en el desarrollo de nuevos conocimientos, pero que no se hacen públicos, y esto significa que se pueden manejar de una manera que no creo que necesariamente se apege a los principios de la ética, algo muy preocupante. Ante la inexistencia del patrocinio del sector privado por intermedio de diversas empresas para beneficiar la investigación que las instituciones realizan, estamos cayendo en que los programas de tales empresas responden al comportamiento de los consorcios, que sólo ven por su interés económico, y como consecuencia éstos podrán o no hacer disponible el producto de la investigación que apoyaron o harán el uso que crean conveniente de ella, lo cual puede llevarnos a una situación muy peligrosa, que incluso ya está sucediendo en algunos campos del conocimiento. Este es un tema de discusión surgido en este siglo, sobre todo después de los conflictos bélicos y más aún después de la bomba atómica.

¿Considera que los científicos conforman una comunidad integrada que interacciona para el beneficio social o, por el contrario, el científico actúa en función de su unidad espacial y temporal?

En general se encuentran en una unidad integrada, porque si no se comunican y unen no pueden ejercer la función central de la ciencia, que es evaluar el conocimiento de los demás. El vehículo, no único pero más usado para esto, es publicar los resultados en revistas que son evaluadas por colegas, quienes con el mejor de sus conocimientos emiten un juicio sobre si los resultados generados en una investigación son aportaciones originales, válidas, confiables, realizadas bajo los cánones del rigor científico y metodológico para lograrlo. Luego, quienes leen esto, conocedores del campo, lo evalúan y lo absorben, lo rechazan o ignoran. Así, en los trabajos hay un proceso de construcción del edificio científico del que ya hablábamos. Si esto no se da, simplemente no hay ciencia; se acaba, no hay manera de seguirla. Si cada una de las hormigas de esta enorme sociedad se llevara su pedacito de hoja a su propio lugar para comérselo solo, no habría hormiguero ni colo-

nia ni nada que creciera. Ese contacto, esa colaboración, se tienen que dar por fuerza para hablar de una sociedad, en algunas partes de manera más coherente que en otras y en forma obvia todavía más coherente a medida que los individuos tienen mayor cercanía. Por supuesto, con el desarrollo brutal de la ciencia en los últimos 50 años es muy difícil pensar en las condiciones ideales que existieron en el siglo pasado, cuando en una sala se podían juntar 25 científicos, que eran las cabezas del conocimiento del mundo en ese momento; podían platicar y enriquecer conocimientos, y todos salían sabiendo lo último de todas las ciencias que se estaban generando en el mundo. Esto ya no es posible. Se dan cohesiones de núcleos, sí, pero ya no pueden ser el todo de lo que llamaremos la corporación científica mundial.

¿Qué considera usted que hace falta para popularizar los atractivos de la ciencia y con ello atraer más jóvenes y niños que quieran dedicarse al quehacer científico?

En México, desde hace 18 años, se vienen realizando esfuerzos importantes para la popularización de la ciencia. Los museos de ciencia son esfuerzos importantes para dejarle ver a la sociedad en general, y a los jóvenes y niños en particular, aspectos de lo que es la ciencia en diversas áreas y de diversas maneras. Puedo decirle que estos museos, que ahora son interactivos, siguen constituyendo elementos de inspiración, de desarrollo de intereses, llamémosle de vocaciones científicas, muy importantes. En el pasado era ir a ver y admirar, de manera pasiva, pero conozco a muchísimos científicos que cuando hablan sobre qué los motivó a introducirse en la ciencia recuerdan la visita a un museo de historia natural.

En la ciencia también hay otros atractivos y ciertamente uno es el muy amable “llamado de la sangre”, o las oportunidades de desempeño, de trabajo y desarrollo personal, que todavía no son demasiado atractivas en México. En la generalidad de los países hay dos grandes contratadores de científicos y auspiciadores de ciencia; uno es lo que llamamos el ámbito académico, que puede ir desde los laboratorios nacionales, que no son estrictamente los institutos universitarios de investigación, pero que la hacen con gran importancia, como el Instituto de Investigaciones Eléctricas, hasta los muy típicos centros de in-

vestigación de las universidades o de instituciones de educación superior.

El otro gran patrono del desarrollo científico es la industria, que debiera estar siempre en condiciones de contratar científicos y tecnólogos para el desarrollo del conocimiento que resuelva sus necesidades y así cumplir con sus objetivos de desarrollo tecnológico industrial para producir lo que producen y vender lo que venden. En México queda claro que la capacidad de la industria es muy limitada. Y las cosas no cambiarán sino hasta que se estimule a la mediana y pequeña empresas y haya mecanismos destinados a entusiasmarlas a entrar en estos campos.

Por otro lado, el ámbito académico tampoco se ha desarrollado en forma intensa. Ciertamente, ha habido un incremento, pues ahora existen más instituciones que hacen investigación, que las que había en 1960, sin duda alguna, pero el crecimiento tiene una tasa relativamente baja si se compara con la capacidad de producción y atracción de gente en este campo. Este es otro elemento que amortigua en gran medida la atracción de la gente joven hacia la ciencia.

¿Considera usted que la búsqueda de soluciones a los problemas ecológicos es cuestión de voluntad política o de mero sentido común?

De ambas cosas y de varias otras. La solución de lo que llamamos problemas ambientales o ecológicos no se puede dar sin considerar primero el componente social. En segundo, la mayor parte de la solución a dichos problemas ecológicos no viene de las ciencias naturales. Sabemos mucho más de estos sistemas de lo que podemos aplicar para resolverlos, porque la solución en gran medida depende de cambios de comportamiento, de otros sistemas de valores, de otra ética de relación con el ambiente y también, como es obvio, de perspectivas políticas; es decir, de políticas de desarrollo acerca de cómo voy a ampliar mi capacidad energética, o hacia dónde me voy a mover en la conservación de los productos no renovables. Allí hay, pues, un elemento de política de diseño, no de partidos, y en efecto se requieren muchas decisiones políticas, pero será difícil que surjan si no hay presión social que a su vez responde a un cambio de comportamiento, de ética y de percepción ecológica sobre lo que tenemos que hacer, y eso no es fácil de lograr.



Resulta sencillo convencer a la gente de que hay contaminación ambiental en la ciudad de México, pero no es fácil lograr que haga cosas como no sacar su auto una vez a la semana, pues lo que muchos hacen es comprar otro coche. Pero cuando uno se refiere a problemas ecológicos que no son tan inmediatos ni tan directamente actuantes, como el ardor en los ojos, la capacidad de sensibilidad de la gente para responder es muy baja. Cuando uno habla de que estamos metidos en el proceso de extinción más severo del planeta por la actividad humana, y que ninguna de las extinciones que ha habido en cientos de millones de años se va a comparar con la que estamos viviendo ahora, la gente lo escucha, se sorprende, se impresiona, se sale de donde se daba la conferencia y va a hacer exactamente lo mismo que hacía antes de entrar a ella, todo ello, aun cuando sabe que es producto de la cantidad de combustibles que estamos usando, del consumismo en el que estamos metidos, de la cantidad de desperdicios que generamos, etcétera.

No hay un cambio de actitud.

No, eso va a llegar necesariamente con la participación de mayor número de gente, que no sean nada más los científicos naturales, los del área de ecología, de los suelos o los climatólogos; tiene que ser con la participa-

ción de sociólogos, científicos políticos, economistas y psicólogos, para que puedan trabajar juntos y buscar opciones viables para la sociedad, a fin de hacerla cambiar de actitud. Pero, por desgracia, en una visión cínica de esto, no creo que la gente vaya a reaccionar hasta que tenga la tragedia enfrente; es decir, aquellos que aún queden para verla, porque los que participaron para generarla ya no van a estar. Entonces puede ser ya muy tarde o extremadamente costoso social y económicamente hablando.

¿Una de las características del científico reside en que se resiste a acatar algunas de las leyes de la naturaleza? ¿Considera usted que ésta requiere de cambios que permitan al hombre vivir mejor?

La ciencia en la que estoy metido, la ecología, ha sido calificada como subversiva para el *statu quo* general y, bueno, sí, uno acaba por decir, sugerir, pronunciar palabras que no son las que se desean oír, Quien va a cambiar las cosas no será un científico solo, son cambios que deben venir desde abajo, desde la raíz, con la modificación de todos y cada uno, de la enorme mayoría de la gente. Ni siquiera un Gandhi –con todo lo maravilloso que pudo haber sido en sus pensamientos y a quien respeto muchísimo– pudo lograr esos cambios por él mismo; tiene que ser algo que convenza a todos los que estamos alrededor, que todos los días usamos nuestro coche, utilizamos el refrigerador, tiramos basura, consumimos electricidad y agua, en niveles que, sumados, han generado los problemas a los que hemos llegado. Tendríamos que funcionar como una especie biológica, que es lo que somos, y no como un conglomerado de intereses nacionales, económicos, raciales o religiosos.

¿Qué lo motivó a integrar el grupo de ecología que trabaja en el Instituto de Biología?

Cuando regresé (de Gales) la única otra persona que trabajaba en ecología era Arturo Gómez Pompa. Lo que dije fue: “Debe formarse un grupo, porque no hay gente que desde el principio se haya encaminado en serio en la ecología.” Lo que no quise fue sacar copias Xerox de mí



VICTOR PEREDA

mismo, así que comencé a atraer gente joven hacia la investigación, para trabajar conmigo en algunos proyectos. Varios de ellos hicieron su tesis de licenciatura conmigo, otros ya venían titulados, algunos provenían de la carrera de bioquímica, o de otras áreas. En el momento en que ellos y yo juzgamos adecuado empecé a buscar sitios fuera del país, en diferentes áreas de la ecología, aprovechando los contactos que tenía los iba mandando con gente idónea a programas específicos, sin perder nunca la idea de constituir ese grupo.

Debo decir que cuando comencé a hacer esto yo era un investigador del Instituto de Biología, como cualquier otro, y no sé si lo que estaba planeando hubiera resultado si no es porque en forma del todo fortuita cinco años después se me ofreció la dirección de dicho Instituto, lo cual no tenía planeado. Ya en ella me encargué de asegurarme de que quienes habían salido y otros más que estaban a punto de hacerlo pudiéramos recuperarlos en el Instituto. Son cosas circunstanciales, quizá aproveché la ventaja, pero eso permitió lograr que más del 90% de los que estaban saliendo regresara y, así, se empezó a formar primero el Laboratorio de Ecología en el Instituto de Bio-

logía, después el Departamento de Ecología y justo cuando dejé el Instituto para tomar la Coordinación de Ciencias, en la rectoría del doctor Jorge Carpizo, se dio el proceso de formación del Centro de Ecología, con vida propia y su propia dinámica. Pasaron 16 años desde que comencé a enviar investigadores a otras instituciones hasta el momento en que se creó el Centro de Ecología. Siempre he dicho que la tenacidad es una de las cosas más necesarias en el país. Con una idea clara y con tenacidad, el Instituto ahora tiene más de 50 investigadores de 45 doctorados y algunos ya son hasta bisnietos.

Las semillas han fructificado.

Esas semillas han producido otros frutos, que a su vez han producido otras semillas que producen más frutos. Ese es el proceso de crecimiento. Lo que me resulta muy reconfortante es ver que el Instituto ha crecido por sí mismo; no sé si se vaya a dar la posibilidad de que haya otro rector ecólogo en la Universidad, probablemente nunca, pero todo mundo decía que se estaba desaprovechando la oportunidad de tener un rector ecólogo, pues yo no los ayudaba en mayor medida. Nunca quise hacerlo porque de cierta manera mi trabajo en evolución me ha llevado a pensar que los organismos tienen que ser fuertes por sí mismos para sobrevivir, y lo que ha hecho el Instituto hasta ahora ha sido por su propia fuerza académica, ya que no ha recibido aire caliente desde fuera.

¿Planea integrar otros grupos de este tipo en otros organismos?

Conabio es un producto de este Instituto, porque la gente empezó a trabajar ahí y quien lo dirige, el doctor Soberón, salió de aquí mismo. Hoy en día, Conabio es una organización diferente, pero en extremo atractiva, porque es un centro de generación de conocimiento, pero a diferencia de un órgano académico común y corriente, éste se encuentra directamente ligado al desarrollo de las políticas de conservación, y lo que genera se utiliza, lo cual es muy satisfactorio. Aquí, en el Instituto, tengo planes pues estamos trabajando en la formación de una maestría en conservación ecológica; espero que la podamos abrir pronto, con objeto de formar gente en esta área,

algo que me parece muy importante para el futuro, porque vamos a necesitar muchas personas bien entrenadas en restauración ecológica, y empezar a formar los recursos humanos para ello me parece esencial.

La principal área de interés en el desarrollo profesional del ex rector de la UNAM ha sido la ecología de poblaciones de plantas, “tarea que de manera cotidiana puede llevar a procesos de selección natural y evolución”. El doctor Sarukhán explica que ninguno de los trabajos realizados por él han sido de naturaleza tal que le permitan describir y entender los procesos de evolución en aquellos organismos con los que ha trabajado, ya que no son los adecuados para ello, pero sí “para entender los mecanismos que están participando en ella de manera general, por ejemplo el plancton. Lo que además impulsó la línea de investigación en ecología de poblaciones fue que la gente que empezó por ahí sus trabajos haya logrado entender mucho más directamente los mecanismos de evolución en los organismos.” Las investigaciones del doctor Sarukhán no se detienen en ésta que podríamos llamar su rama de especialidad, ya que la comparte con la ecología de sistemas y el manejo de cuencas en zonas templadas y tropicales, sin desatender lo relacionado con la biodiversidad. Estos estudios lo han hecho merecedor de varios premios, distinciones y doctorados Honoris Causa a lo largo de su carrera.

Y qué decir de su tiempo en casa. Lejos de los laboratorios y las salas de conferencias, apenas si se organiza para pintar y construir, aunque sean pequeños objetos de madera, como él afirma. “Siempre me ha gustado hacer cosas con las manos, desde muy pequeño. Cuando terminé en la rectoría (por segunda ocasión, en 1996, luego de haberla iniciado por primera vez

en el periodo 1989-1992) me había equipado con nuevas pinturas, porque las que tenía se habían secado por no utilizarlas. Allí las conservo, pero luego tuve que ir a Stanford y aún espero sentarme pronto con mi atril y ponerme a pintar. La carpintería también me gusta mucho, pero hay un límite para las cosas que uno puede hacer, y ya no caben más objetos en mi casa. Me tengo que conformar con hacer pequeñas cosas.”

¿Es usted un hombre organizado?

No, soy bastante desorganizado. A lo mejor lo que pierdo en desorganización lo gano en constancia.

¿Se considera usted un virtuoso de la constancia o de la consistencia?

No soy virtuoso de nada. Diría que soy un fanático de la tenacidad. Pienso que en ningún sitio, incluso teniendo todos los recursos, salen las cosas tan sólo con pensarlas, hay que trabajar mucho, en unos lugares más que en otros, evidentemente, muy en especial cuando se presenta lo que considero uno de los símbolos del subdesarrollo más intenso; es decir, que una persona tenga que hacer 14 funciones distintas, y cuando eso sucede necesita uno tener mucha más fuerza y tenacidad para que las cosas se logren. En cualquier sitio se requiere de la gente, la idea y la tenacidad, pues con ello logra uno prácticamente lo que quiera. A veces más rápido, dependiendo de una serie de factores, de los cuales la suerte no desempeña un papel pequeño. Pero si se persevera, habrá probabilidades de alcanzar lo que uno quiere. 🌱



Bacterias para fertilizar suelos áridos

GUSTAVO AYALA VIEYRA





ANTONIO RUIZ

Cultivo especial de nopal, regado con aguas residuales del proceso de crianza de langosta en el CIB.

Las aguas de los litorales de Baja California Sur son un paraíso para la vida marina, pero su tierra, seca, desértica y erosionada, inhibe el crecimiento de casi cualquier planta, con excepción de las cactáceas, circunstancia que la hacen una de las entidades con mayor atraso agrícola del norte de la República Mexicana. Tan sólo en los primeros 5 centímetros de su suelo se presentan temperaturas hasta de 60 grados centígrados durante la mitad del año, lo que hace que la tierra sea prácticamente estéril. Ese y otros fenómenos, como la escasez de agua, provocan que únicamente se cultive el 1% de la tierra.

Para hacer frente a esa situación, los doctores Enrique Troyo Diéguez y Yoav Bashan, investigadores del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIB), perteneciente al sistema SEP-Conacyt, trabajan en diversos proyectos que benefician la agricultura de la región, como el empleo de bacterias para fertilizar el suelo, la introducción de nuevos cultivos para las zonas áridas, la adaptación de un invernadero regional y la elaboración de compostas para la agricultura orgánica.

El doctor Yoav Bashan desarrolla la utilización de bacterias para mejorar el ambiente desértico. El proyecto, iniciado hacia los ochenta en Israel, apenas tiene diez años de haber comenzado en nuestro país. Las bacterias que habitan en grandes cantidades en el suelo –cada gramo tiene un millón o más– son un recurso natural que mucha gente no considera como tal,

porque aunque no es posible verlo, sí se puede utilizar para mejorar el ambiente desértico. Explica que es indispensable usar fertilizantes para impulsar el crecimiento de las plantas, pero la mayoría de ellos tienen efectos nocivos para el ser humano, como algunos nitratos, que producen cáncer, o ciertas aguas residuales que poseen metales pesados y también son dañinos para la salud.

En ese sentido, el proyecto de Bashan se encamina a la utilización de fertilizantes de origen natural (bacterias y hongos parásitos de tipo micorriza), cuya ventaja es que no son tóxicos, no provocan polución ni tienen efectos dañinos para el ser humano; en cambio, son benéficos para propiciar el crecimiento más acelerado de las plantas. Otra de las ventajas de estas bacterias es que producirlas resulta muy barato. Hay tecnología para hacerlo en gran escala, siempre y cuando los campesinos entiendan que no son invento de los investigadores y que son usables. Caso contrario, los fertilizantes artificiales resultan caros, sobre todo porque se tienen que utilizar en grandes cantidades para obtener buenos resultados, mientras que con las bacterias se aprovechan gramos para una parcela y se tienen mayores beneficios.

Algunas de las bacterias que se trabajan en el programa son las del género *azospirillum*, asociativas con raíces de plantas, como maíz, trigo, caña de azúcar y arroz. Entre el 20 y el 30% de las plantas que hay en el planeta tienen en sus raíces las *azospirillum*, y hay muchas cepas de ellas, pero sólo existen

ANTONIO RUIZ



Enrique Troyo.



Invernadero del CIB.

ANTONIO RUIZ



Yoav Bashan.

ANTONIO RUIZ

en el planeta cinco especies. Gracias a ello es posible ajustarlas para las condiciones que se presentan en Baja California Sur. El doctor Bashan y su equipo se encuentran en la búsqueda de azospirillum de tipo desértico, pero hasta ahora no han tenido éxito, por lo que recurren al azospirillum que se utiliza en el resto del mundo. Otras de las especies empleadas son los hongos micorrízicos, parásitos que viven en el interior de las raíces de casi el 90% de las plantas. Estos hongos transfieren nutrientes para las plantas y son una especie de parásito obligatorio.

Hay otras bacterias, como las marinas, que se encuentran en los manglares, las cuales participan en la fijación de nitrógeno atmosférico (como por ejemplo la especie *listonella*), en la solubilización del fosfato e introducen hormonas a las plantas, gracias a lo cual éstas crecen mejor y más rápido. Además, hay otras bacterias que reducen el sulfato. No obstante, Yoav Bashan señala que el principal problema de trabajar en el desierto lo constituyen sus altas temperaturas. En el primer nivel del suelo se presentan temperaturas de entre 55 y 60 grados centígrados durante la mitad del año, por lo que es necesario incorporar bajo la superficie bacterias que toleren los 40 grados.

Por lo anterior, con estas bacterias se desarrollan en el CIB inoculantes comerciales, cuya base es el alginato, un polisacárido de origen marino, del cual Baja California Sur posee entre tres y cuatro millones de toneladas y que hasta la fecha no ha sido utilizado. Una mezcla de este alginato con las bacterias sirve para inocular las plantas y protegerlas de la sequía y las temperaturas altas del suelo. El uso de bacterias como fertilizante es una opción con gran futuro. Muchos países en el mundo, incluyendo Norte y Sudamérica (principalmente los Estados Unidos, Cuba y Argentina) están involucrados en el desarrollo de inoculantes. Es una tecnología completamente nueva, con menos de 10 años, y en México hay pocos investigadores abocados a él, pues sólo en el CIB y en la Universidad de Puebla se ha trabajado en este proyecto.

Pese al éxito demostrado por esta tecnología, los campesinos de la región, que son muy conservadores, no la han aceptado. El propio investigador del CIB reconoce que a veces no saben qué hacer para convencer a las personas de que la usen. El trabajo del CIB consiste en desarrollar tecnología, pero fal-

Cultivo de cochinilla.



ANTONIO RUIZ

ta realizar con los campesinos una labor de gestión tecnológica y convencimiento para que la aprovechen. Quizá –dice Bashan– lo que necesitan son incentivos.

El investigador del CIB señala que la difusión sobre tecnología es el principal problema que se tiene en Baja California Sur. “Es difícil incorporar nuevas ideas entre los campesinos. Falta educación en todo el campo. Usamos bacterias completamente benéficas que no causan ningún problema a los humanos, pero cada media hora la televisión y la radio difunden que son malas, que provocan el cólera, y los campesinos tienen dificultad para aceptar que no todas las bacterias causan cólera o parásitos; por el contrario, éstos son minoría, en tanto que la gran mayoría es benéfica, y eso es necesario explicárselos, pero desde nivel básico.” Cada año es más avanzada la tecnología del CIB, mientras los campesinos permanecen en su mismo nivel, sin desarrollo alguno. Esta tecnología es útil, se presenta en congresos y la gente de otros países la copia, sólo la del país de origen no. Hace algunos años se efectuaban proyectos con agricultores y trabajaban bien, pero no producían nada. En cambio, se hacen experimentos con estudiantes y siempre tienen éxito. Eso es difícil de entender.

El doctor Enrique Troyo menciona, como un claro problema de la agricultura en Baja California Sur, que la mayoría de los campesinos tiene pocos recursos y piensa que necesita invertir mucho dinero en experimentos y en materiales especiales. También observa otros signos inquietantes: “Tal vez hacen un surco con sus bacterias, pero luego no lo riegan, y así, aunque le pongan bacterias benéficas, si no lo cuidan jamás tendrán éxito. Quizá lo que ellos quieren es un milagro, o que uno se vaya a vivir ahí y que haga todo el trabajo. Se necesita un agricultor más cooperativo.”

Yoav Bashan señala que como en la entidad se están introduciendo nuevos cultivos y variedades, el proyecto de las bacterias requiere de 5 ó 10 años más de desarrollo. Posiblemente mañana entre un cultivo de salicornia y se deba pensar qué se hace con él. Hay necesidades imposibles de predecir ahora, pero también hay futuro en estas investigaciones, el proble-



Laboratorio de control biogenético de vegetales.

ANTONIO RUIZ

ma es la forma como los frutos de ellas llegan al pueblo. Hasta el momento el CIB no ha trabajado en proyectos de control biológico, los más avanzados del mundo, en los que se emplean bacterias, pero con la capacidad de impedir las infecciones por hongos, y no ha entrado a ese terreno porque no tiene sentido desarrollar otra tecnología que tampoco usarán los campesinos. No obstante, es algo que se debe analizar.

El agua del mañana

Otro de los esfuerzos que se realizan en este programa tiene el propósito de aliviar la problemática del agua, en especial la destinada a la producción agropecuaria. El doctor Enrique Troyo explica que la insuficiencia del líquido es el primordial problema que tiene Baja California Sur; prácticamente no existen ríos, lagunas, ni arroyos; hay pequeños oasis y los arroyos son intermitentes, pues tienen caudal sólo cuando llueve, y además, la lluvia es muy escasa –en



Cultivos de nopal de diferentes variedades resistentes a climas desérticos (Invernadero del CIB).



Trituradora mecanizada de residuos vegetales, diseñada en el CIB y utilizada para elaborar compostas.

la parte sur, alrededor de 150 milímetros al año; en la parte norte, de 50 a 80 milímetros. El 95% del agua que se consume en la entidad se extrae de los mantos subterráneos, lo que ha provocado su sobreexplotación. El abasto de agua es un problema a corto y mediano plazos, ya que las ciudades grandes como La Paz están creciendo, sus límites se están expandiendo y hay más gente, pero no se ha aumentado el número de pozos; por lógica, cada vez habrá menos líquido por habitante, sin tomar en cuenta que, además, la agricultura consume el 90% del agua disponible.

Ante esa situación, el doctor Troyo Diéguez desarrolla cultivos que consumen menos agua, al tiempo que busca rescatar prácticas agrícolas tradicionales y casi extinguidas, como el cultivo del nopal, que requiere de poco líquido y ha pasado a segundo término en la explotación agrícola extensiva, por

lo que en el CIB se están promoviendo y colectando genotipos de nopal para demostrar que su cultivo se puede practicar de manera conjunta con el de la cochinilla, y que además de ser un proyecto productivo tendría carácter social, pues brindaría oportunidad de trabajo a las mujeres en los ejidos. Es lamentable que la cochinilla, siendo un recurso originario de México, sea aprovechada de manera más intensa en otras latitudes. En nuestro país son pocos los centros y las universidades que intentan rescatarla y revalorarla, por lo que en el CIB se está iniciando un proyecto para promoverla a niveles productivos y de consumo social.

Ante la situación de la agricultura en la entidad, el doctor Troyo considera que una de las opciones son los invernaderos, ya que, por ejemplo, si un agricultor posee 100 hectáreas de riego y el agua es escasa o en algunos lados se está salinizando,

mediante un invernadero apropiado, en lugar de sembrar esas hectáreas se cultivarían sólo cuatro, con igual o mayor rendimiento, pero con menor cantidad del líquido. Además, también se dejaría descansar el resto del terreno o se promovería el cultivo de forrajes, sin necesidad de otros insumos.

Desarrollar invernaderos con tecnología mexicana es, precisamente, otro de los proyectos del Programa de Agroecología y Biotecnología Vegetal, pues los productores poderosos, que consiguen créditos, los importan a mucho costo, algo que los agricultores de mediana capacidad no pueden hacer. Un invernadero de un cuarto o de media hectárea cuesta alrededor de un millón de pesos. Lo que se requiere es evaluar la tecnología y los materiales para las estructuras que están disponibles en el mercado nacional, así como los diferentes plásticos y demás insumos, de tal forma que en el CIB se diseñe un prototipo mexicano de invernadero.

La unidad de instrumentación del CIB, en Hermosillo, Sonora, diseña sistemas por medio de los cuales se mide la temperatura, para que cuando se rebase determinado valor accione de forma automática el sistema de riego; además, se trata de que también mida la humedad relativa, la temperatura, la humedad del suelo y la radiación solar. Se espera tener un prototipo de este invernadero para el próximo año.

Otra opción que se está evaluando en el estado, especialmente en la región sur, es la agricultura orgánica, antítesis de la que utiliza químicos y fertilizantes, que es más compatible con el ambiente. Esta alternativa también se explora en el CIB, donde se tiene pensado elaborar compostas y también se cuenta con una trituradora mecanizada de residuos vegetales hecha en el propio Centro. Internacionalmente, los Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, Francia y Japón aprecian cada vez más los productos orgánicos, los cuales están siendo certificados por un laboratorio, pero en realidad, la apariencia de un cultivo orgánico es menos atractiva –un tomate es más chico, mientras que un transgénico o hidropónico es rojo, brillante y redondo.

En los Estados Unidos ya se está normalizando esta comercialización, y en nuestro país llegará el momento en que se tenga que legislar al respecto, y habrá laboratorios dedicados a certificar que un producto es orgánico. En Chiapas, por ejemplo, algunos productores se han organizado para exportar café or-

ANTONIO RUIZ



gánico; sin embargo, la mayoría de los agricultores no sabe cómo trabajar en ese terreno, pues este tipo de cultivo es muy susceptible a las plagas y puede causar desesperación; se necesita mucho trabajo y experiencia.

El doctor Troyo afirma que con la introducción de todas estas tecnologías y de nuevos cultivos, y debido a la escasez de agua y a la situación geohidrológica y climatológica del estado, la tierra cultivada sería la misma, pero de manera óptima. Promoviendo la agricultura orgánica e intensiva y adoptando sistemas eficientes del uso del agua, con la misma superficie se podrían duplicar la producción y los ingresos. Por ello, el buen aprovechamiento y la difusión de todas estas nuevas tecnologías serían un importante aliciente no sólo para diversificar los productos agrícolas regionales, sino para aprovechar al máximo un recurso tan escaso como es el agua, que en el próximo siglo que se avecina y ante la aparición de ciertos fenómenos climáticos como El Niño y La Niña podría causar severos problemas en todo el norte de la República Mexicana. ●

latitiam

latitiam

yllauriol

ymacay patil ma

yquim xini epul

tedhostalatom

aco y palol

illauriol

ymacay coati

iquam xini epul

yalil xichil

ico y yopalol

isfan tol

ymacay evatilm

xini epul

necesse yate

xinibgon

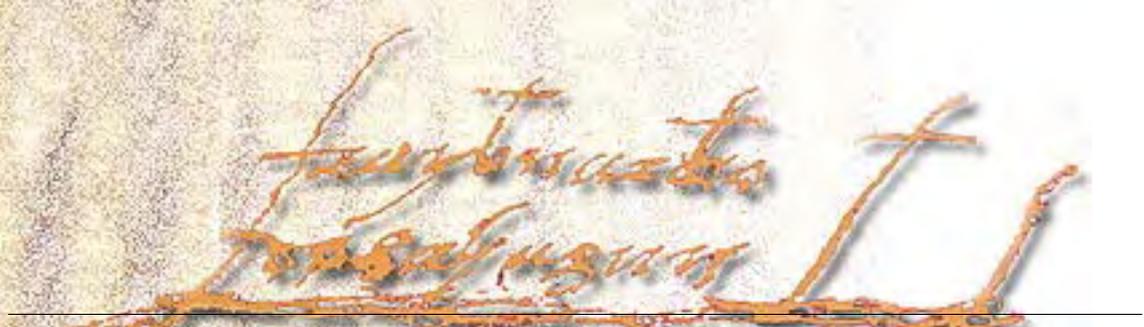
xinib yaca mil

xinib it ma

xinib it ma ya

xinib it ma





La historia general de Sahagún

*Primera enciclopedia antropológica
en el universo de las culturas*

ASCENSION HERNANDEZ DE LEON-PORTILLA

Se cumplieron en 1999 los quinientos años del nacimiento de fray Bernardino de Sahagún, franciscano de la estricta observancia, que nos dejó una obra singular, la *Historia general de las cosas de Nueva España*. Más allá de una historia general al estilo de las que se hacían en la Edad Media y el Renacimiento, la obra de Sahagún es una verdadera *summa* de conocimientos y vivencias, en la que se recoge, con una visión totalizadora, la lengua y el pensamiento de los pueblos nahuas. Por ello, la palabra más adecuada para definirla hoy sería la de *Enciclopedia Antropológica*, si tomamos el concepto de antropología como la disciplina que se interesa por el estudio del hombre, creador de cultura. Al redactarla, su autor la pensó como manifestación imperecedera de una civilización y quizá también como manantial inagotable para que otras generaciones pudieran inspirarse y recrear la historia y el pensamiento del México antiguo.

Fin del libro IV Rueda de los años y firma de Sahagún, Códice del Palacio Real, fol. 180 recto.

Nació fray Bernardino en la villa de Sahagún de Campos, en los albores del Renacimiento. Tuvo larga vida, tan larga que alcanzó a vivir los reinados de Carlos I y Felipe II, así como los acontecimientos históricos que dieron brillo a la corona española y también aquellos que la hicieron temblar. Después de estudiar en la Universidad de Salamanca decidió ceñir el cordón franciscano, se unió a la Reforma del Santo Evangelio y se embarcó hacia México en 1529. Aquí se quedó para siempre, adocrinando, enseñando latinidad en el Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco, y adentrándose en la lengua y la cultura de los nahuas.

Lingüista y filólogo espontáneo, para 1540 podía redactar en mexicano. Su competencia en una lengua tan extraña a las indoeuropeas y su enorme interés por la cultura de los pueblos nahuas hizo posible que escribiera sin cesar. A pesar de ello no tuvo biógrafo alguno que percibiera el saber innovador que se escondía en su obra. No existía aún la sensibilidad antropológica para intuir que los escritos del franciscano se adelantaban a su tiempo. Por ello, sus hermanos de orden lo recordaron como “muy macizo cristiano, de natural atractivo y manso, humilde de corazón, muy buena lengua mexicana, escritor incansable”.¹

Misión evangélica y vocación humanística

De todos sus escritos es la ya citada *Historia general de las cosas de Nueva España* el que más nos deslumbra, por su contenido, por su concepción enciclopédica y por su belleza toda; es su obra paradigmática. ¿Por qué y para qué la elaboró Sahagún? ¿Cuál afán le movió a meterse en una empresa tan difícil como costosa, que le llevaría treinta años de su vida? El mismo nos da la respuesta en el “Prólogo” al libro I de su *Historia*. Allí nos explica el motivo principal de su trabajo, el objeto último de su tarea, en el que deja ver la voz de su



alma. Dice él que escribe para que los predicadores y confesores conozcan a fondo las idolatrías y las puedan curar como los médicos curan las enfermedades. Pero afirma también, con énfasis, que su obra está destinada a dar luz, ya que “los primeros ministros del Evangelio dexaron a oscuras las cosas de estos naturales desta Nueva España”.²

Al leer esas palabras cabe preguntarse: ¿acaso fray Bernardino, formado en el franciscanismo enriquecido por el Renacimiento, percibió que la esencia del pensamiento mesoamericano debía perdurar?, ¿acaso sintió de forma espontánea que, además de la sociedad cristiana europea, había otras sociedades en cuyo interior se guardaban creaciones culturales dignas de ser salvadas? Estas preguntas le surgen a cualquiera que se acerque a la *Historia general* y, al mismo tiempo, llevan a la razón última del quehacer de Sahagún, la cual no es otra que la fusión paulatina de su misión evangélica con su vocación humanística, es decir, la de dar a conocer el Evangelio y la de dar luz a las cosas de los naturales, rescatando su pensamiento y separando lo demoníaco.

Atrapado por una llamada antropológica

Esta fusión aparece clara en 1547. En aquel año, al terminar la terrible peste que estuvo a punto de llevarse-lo, Sahagún comenzó a dialogar con sus discípulos de Santa Cruz de Tlatelolco. Su meta, sin dejar de ser divina, se va haciendo humana, humanísima; dedica horas a dialogar con los “sabios retóricos, virtuosos y esforzados que eran tenidos en mucho en esta nación indiana”.³ De ellos recoge, en su lengua, las oraciones que rezaban a los dioses cuando pedían clemencia en tiempos de enfermedad y hambre. Recoge también los *huehuetlahtolli*, discursos rituales que presidían los momentos culminantes de la vida del hombre. Este *corpus* de textos, en el que se unen lo divino y lo humano, formó después el libro VI de la *Historia* con el título “De la retórica y filosofía moral y teología de la gente mexicana, donde hay cosas muy curiosas tocantes a los primores de su lengua y cosas muy delicadas tocantes a las virtudes morales”.

Después de esta primera pesquisa antropológica, Sahagún ya estaba atrapado en su nueva misión y en 1553 se lanzó a recoger el relato de la conquista de labios de los vencidos, con-

cretamente de testigos tlatelolcas. Al recoger la palabra de un hecho histórico que no vivió pero que conoció muy de cerca, se estaba adentrando en un terreno muy comprometido, algo que nunca imaginó cuando llegó a la Nueva España. Como es bien sabido, este relato pasó a formar el libro XII de la *Historia general*, el último de su enciclopedia.

La *Historia general de las cosas de Nueva España*, tres versiones para un solo libro

Poco después de terminado el libro de la conquista, Sahagún logra lo que tanto anhelaba, su superior, fray Francisco de Toral, le encarga, por “santa obediencia”, escribir “lo que le pareciere ser útil para la doctrina, cultura y manutención de estos naturales”, según escribe en el “Prólogo” al libro II de su *Historia*.

Para comenzar su tarea, fray Bernardino se traslada a Tepepulco, en donde aún se mantenía vivo el rescoldo de la sabiduría del reino de Tezcoco. Allí trabajó con los principales y con cuatro de sus discípulos trilingües del Colegio de Tlatelolco. En dos años recogió información suficiente para adentrarse en el pensamiento náhuatl y la dispuso en cinco libros dentro de un orden tripartito y jerárquico: lo divino, lo humano y las cosas de la naturaleza. Hasta nosotros han llegado los cuatro primeros, porque el referente a la naturaleza está perdido. Siglos después, Francisco del Paso y Troncoso los llamó *Primeros memoriales* o *Memoriales de Tepepulco*, y en ellos aparece ya una organización sistemática de conceptos, conforme a las enciclopedias clásicas –de lo divino a lo humano y a los seres más pequeños; de lo sublime a lo humilde. Aparece también la sensibilidad antropológica de Sahagún al recoger toda la información en náhuatl y complementarla con pinturas al estilo tradicional mesoamericano. El resultado fue que los *Primeros memoriales* constituyen ya una imagen llena de trazos firmes en los que se dibuja el pensamiento de los pueblos nahuas. Con ellos Sahagún prendía una primera luz a los que vinieron y moldeaba la semilla de su enciclopedia.

En realidad, esta primera versión no era más que el comienzo, porque dos años después, en 1560, regresa al colegio de Tlatelolco también “por santa obediencia”. Allí repite la tarea de Tepepulco, esta vez con “ocho o diez principales muy escogi-



Memoriales con escolios. Códice del Palacio Real de Madrid, fol. 160 recto. En la parte superior y con letra de Sahagún se lee: "de la manera que está este quaderno de de ir toda la obra".

dos" y con sus discípulos trilingües. En esta empresa, que duró casi dos años, el que más le ayudó fue su antiguo alumno, ahora rector del Colegio, Martín Jacobita. Después de recoger una información en verdad copiosa, fray Bernardino se retira a "sus solas" durante tres años, para analizarla y estructurarla en doce libros y cada libro en capítulos y párrafos. Para 1565 estaba lista la *Historia general de las cosas de Nueva España*. Veamos el contenido de los libros con las palabras de su autor:

El primero trata de los dioses y diosas que estos naturales adoraban; el segundo de las fiestas con que los honraban; el tercero de la inmortalidad del ánima... y de los sufragios y obsequias que hacían por los muertos; el cuarto, de la astrología judiciaria que estos naturales usaban para saber la fortuna que tenían los que nacían; el quinto libro de los agüeros que estos naturales tenían para adivinar las cosas por venir; el libro sexto de la retórica y filosofía moral; el séptimo de la filosofía natural; el octavo de los señores y sus costumbres y de la manera de gobernar la república; el libro nono, de los mercaderes y otros oficiales mecánicos; el décimo de los vicios y virtudes; el undécimo de los animales y las plantas... metales y piedras; el libro duodécimo se intitula "La conquista de México".⁴

En esta segunda versión hay un cambio de método. Sahagún diseña tres columnas, la del centro, en náhuatl, con la traducción española a la izquierda y las notas o escolios en la columna de la derecha. Abandona las pinturas y se acerca más a la tradición filológica griega, de texto bilingüe con escolios. El proyecto, de gran valor lingüístico, era costoso y sólo se logró en unos cuantos folios, los que Del Paso y Troncoso llamó *Memoriales con escolios*. La mayor parte del texto quedó con la sola columna en náhuatl y se conoce como *Memoriales en tres columnas*. Estos escritos han llegado a nosotros en dos volúmenes junto con los *Primeros memoriales*, volúmenes que conocemos con el nombre de *Códices matritenses*. En ellos se logra, por vez primera en la historia, plasmar la lengua y el pensamiento de una cultura radicalmente distinta a las europeas, conforme a un sistema basado en la lógica aristotélica de definir y clasificar. Se lograba también un *corpus* filológico comparable a los de otras culturas del Viejo Mundo.

En apariencia, la enciclopedia de Sahagún estaba lista, aunque faltaba traducirla al español. Todo marchaba bien hasta 1570, año en que se hicieron públicas las desavenencias de fray Bernardino con el finado Motolinía. El provincial, desafecto a Sahagún, esparció sus manuscritos so pretexto de que fueran examinados. Era una prueba dura para el hombre que había dedicado su vida a plasmar, en aquellos doce libros, la lengua y el pensamiento de los pueblos nahuas, con los que se había identificado a plenitud. Pero poco después, la rueda de la fortuna giró a su favor. En 1575 fue nombrado comisario general de la Orden Franciscana fray Rodrigo de Sequera, admirador de Sahagún, quien apresuradamente mandó que “los traduxese en romance”.⁵

A sus 76 años, fray Bernardino recogió sus papeles y empezó de nuevo. Podemos imaginar los apuros de todos yendo y viniendo por el *scriptorium* de Santa Cruz de Tlatelolco, a fin de conseguir buen papel, libros de grabados, velas, y hasta sencillas lupas para aprovechar al máximo la luz del día. Dos años más tarde, en 1577, ya estaba lista la tercera versión de la *Historia general*, la que hoy conocemos como *Códice Florentino*. Por fin, el franciscano daba luz a la oscuridad que habían dejado los primeros ministros del Evangelio. Pero en realidad, la obra sobrepasaba aquella primera intención; era una verdadera enciclopedia bilingüe y el manuscrito en sí, elaborado con bellas letras itálicas, estaba acompañado de casi dos mil ilustraciones y podía competir con los más bellos manuscritos del Renacimiento. Además, al ser bilingüe, fray Bernardino ofrecía en paralelo dos formas de conocimiento, o, dicho con palabras actuales, dos sistemas cognitivos ideados por dos culturas lejanas y diferentes, aunque, en cierto modo, cercanas y complementarias en cuanto a que ambas eran creaciones del ser humano. Por otra parte, al poner ilustraciones volvió al proyecto de los *Primeros memoriales*, en los que, recordaremos, las pinturas, apegadas a la tradición prehispánica, eran portadoras de un mensaje iconográfico, es decir, actuaban como signos lingüísticos. Ahora, en el *Códice de Florencia*, las ilustraciones volvían a ser parte esencial del texto, aunque sus líneas, formas y colores tenían ya una fuerte influencia de los grabados renacentistas. Fray Bernardino había pasado treinta años, de 1547 a 1577, en su tarea de dar luz al rostro de una cultura. Su misión fue, como él dice, “una lucha acérrima y prolongada”.⁶

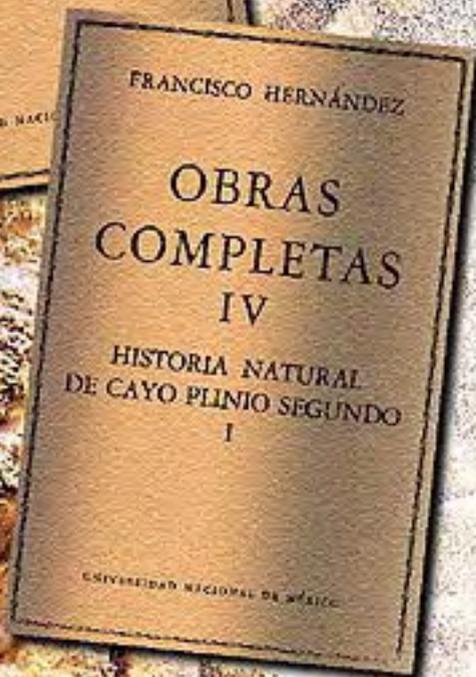
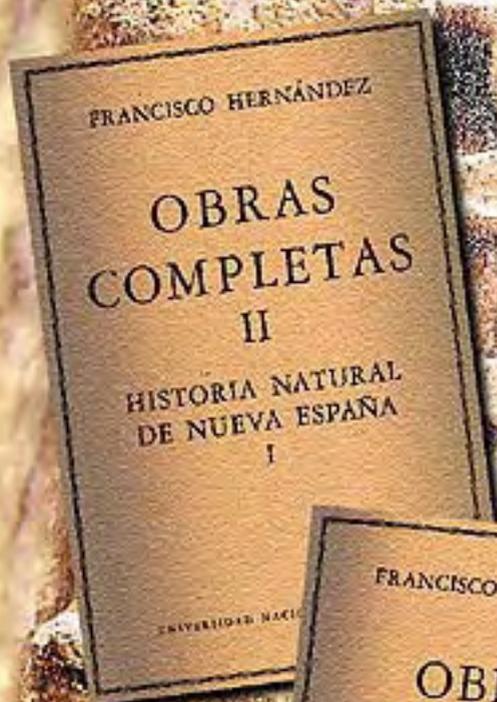
Pero gracias a su fortaleza y constancia había dado vida a la primera enciclopedia antropológica de todos los tiempos.

La tradición enciclopédica de Occidente; los clásicos

La obra de Sahagún fue, como digo, la primera enciclopedia antropológica pero en modo alguno la primera enciclopedia. Siglos antes de que existiera fray Bernardino, en el Viejo Mundo se habían escrito las suficientes para que esta forma de libros fuera conocida en las universidades y escuelas de enseñanza media. En realidad, la tradición enciclopédica de Occidente se remonta a la época helenística. Para entonces, el pensamiento griego se había manifestado en múltiples disciplinas; tantas, que se hacía necesario un nuevo género de libro en el que se diera a conocer, en forma integrada y cómoda, lo más significativo de los diferentes saberes que el hombre había alcanzado —gramática, filosofía, geografía, física, astronomía, historia, agricultura, plantas, minerales, medicinas y todo lo imaginable. De ahí proviene el nombre; la palabra enciclopedia se deriva del griego “*en* = en, *kuklos* = círculo y *paideia* = instrucción. Conjunto de todas las ciencias, obra que trata de muchas ciencias”.⁷ Desde la época romana, con esta palabra se designó un ciclo de estudios, pero ya en el Renacimiento adquirió su significado actual como un cuerpo de conocimientos sistematizados, en el que se ofrece un saber total, o casi total, cuyo fin llega al principio y se cierra en círculo.

Si volvemos los ojos a la antigüedad, Aristóteles, el fundador de la lógica y la metafísica, es también autor de un tratado sobre física, otro sobre el cielo, varios sobre ética, política, retórica y poética, sobre las categorías y hasta uno sobre el ánimo. Su obra, de carácter enciclopédico se califica de *Summa*, es decir, una enorme síntesis sobre el pensamiento griego, y en este sentido es un antecedente de los autores de enciclopedias.

En rigor, sería mucho decir que la *Historia general* de Sahagún está inspirada directamente en Aristóteles. Pero también sería mucho negar la influencia profunda que el filósofo griego tuvo en el pensamiento cristiano y árabe. Aristóteles era “el filósofo” sin más y sus obras son las más citadas después de la *Biblia*, de manera que es seguro que Sahagún, en sus años universitarios salmantinos, estudiara el *Organon* y tuviera presente la



teoría aristotélica del conocimiento para introducirse en un mundo nuevo. De ella sacó importantes conceptos que le permitieron observar, definir y clasificar las ideas y las cosas, y establecer jerarquías, de lo general a lo particular. Otros conceptos que Sahagún tomó provienen de la *Metafísica* y están presentes en sus múltiples descripciones, en las que aparece definida la creencia como conjunto armónico de materia y forma.

En el mundo de las enciclopedias se considera a Posidonio de Apamea el primer autor que organizó su obra según un *corpus* sistematizado. Filósofo estoico, vivió en el siglo II a.C., pero por desgracia, de sus escritos muy poco ha quedado. Más sabemos de Terencio Varrón, un romano helenizado del siglo I a.C., cuya obra, entre otros méritos, tiene el de ser un trasvase cultural del mundo griego, recogiendo cuanta información pudo de todo lo que conoció. Su escrito más importante lleva el elocuente título de *Antiquitate rerum humanorum et divinarum*, y consta de 45 volúmenes. En él, su autor dispone primero lo relativo a las artes, la historia y las biografías, es decir, lo humano, y en segundo lugar lo relativo a los dioses y a sus ritos. Es seguro que Sahagún no conoció esta obra, pero supo de ella como una de las enciclopedias que habían contribuido a la transmisión del pensamiento griego entre los romanos.⁸

En cambio, sí supo de Plinio el Viejo, autor de la *Historia natural* más célebre de la antigüedad. Plinio murió en Herculano, observando la erupción del Vesubio del año 79 d. C. De sus muchos escritos, el que más éxito tuvo fue la *Naturalis Historia* en 37 libros, y en ella reunió una documentación impresionante y la dispuso en orden jerárquico; los primeros libros tratan de geografía, es decir, ubican al lector en el espacio conocido entonces; los cuatro siguientes están dedicados a los animales; vienen después las plantas y las medicinas, y los últimos tratan de las piedras preciosas y los metales. Importante resulta resaltar que la obra de Plinio se leyó mucho en la Edad Media y que era uno de los libros más copiados en las grandes abadías benedictinas. Al aparecer la imprenta se imprimió en Venecia en 1469, y consta que había un ejemplar en la biblioteca de Santa Cruz de Tlatelolco, pues sabemos que la primera traducción al español la terminó en México el doctor Francisco Hernández, hacia 1575, mientras preparaba su magna *Historia natural de Nueva España*. Hernández estuvo muy en contacto con los franciscanos de Tlatelolco, y es más que probable que Sahagún la hubiera consultado y conociera

los comentarios mexicanos con que el famoso protomédico ade- rezó su versión del latín.⁹

Un cotejo detallado de los libros correspondientes a los ani- males y las plantas en Plinio y en Sahagún nos enseñaría que hay similitudes en la forma de dar a conocer la historia natural, aún tratándose de mundos muy diferentes. Los dos se acercan en el método de describir animales y plantas, su naturaleza, el lu- gar donde se crían, las propiedades comestibles y medicinales, y también se acercan en la forma de clasificar en géneros y espe- cies. El interés de Sahagún por las plantas y los animales es tal que el libro XI es el más largo, 254 folios, retro y verso, y en él se pueden contar 965 ilustraciones, casi la mitad de las 1 845 de los doce libros. Es evidente que Sahagún quiso y logró dar a los lectores de su *Historia* una imagen fiel y atrayente de la natura- leza de la región central de México, como Plinio lo había hecho para los lectores romanos del siglo I de nuestra era.

La presencia de las enciclopedias medievales en la *Historia general*

Pero la enciclopedia de Plinio no era la única. Se pue- de vislumbrar también a un Sahagún que recoge la he- rencia de San Isidoro de Sevilla. Este español, mitad vándalo y mitad romano, se dio a la tarea de compilar en un solo libro la cultura pagana y la cristiana; de unir dos formas de pen- samiento en una época en que el cristianismo se imponía con fuerza y el paganismo se resistía a morir. Su obra *Originum sive etimologiarum* es un audaz intento de registrar y clasificar los conocimientos de su tiempo. Está distribuida en veinte libros, y los siete primeros contienen el *trivium* y el *quadrivium*, es decir, las materias de estudio de las escuelas romanas. Los dos si- guientes tocan medicina y leyes. El VI, VII y VIII tratan de lo divi- no, de Dios y los ángeles, pero lo divino en un sentido muy amplio, pues aparecen los poetas griegos y romanos, las sibilas y hasta los dioses de los gentiles. El IX y el X están dedicados a las len- guas y al alfabeto, con énfasis en las etimologías. A partir del libro XI, Isidoro se enfoca sobre el hombre y sus portentos, y después pasa a los animales. El mundo, la tierra y los continentes for- man el XIII y el XIV. El XV es muy amplio, pues trata desde las grandes ciudades y edificios públicos hasta los oratorios sepul- cros, bibliotecas y armarios. Los cuatro capítulos restantes son

un detallado repositorio de todo, de piedras preciosas, metales, plantas y animales; armas y triunfos, anfiteatros y gladiadores; de las naves; de las vestimentas de los clérigos y no clérigos; de la comida, de los platos y los vasos y hasta de las lámparas que se usaban de día y de noche.¹⁰

Mérito de esta enciclopedia es, sin duda, la cantidad de in- formación, pero también el número de citas de autores clásicos. Además, tales citas son pequeños tratados en los que Isidoro ex- plica las cosas y su relación con las palabras. A esta breve descrip- ción de un libro tan rico como son las *Etimologías* sólo añadiré que se conservan de él mil ejemplares copiados en pergamino en los monasterios europeos. Este dato nos confirma su valor y su utilidad en una época en que los lectores no podían comprar las copias hechas a mano de los autores griegos y romanos, pero los consultaban por medio de Isidoro.

No es extraño que Sahagún lo admirara desde niño y segu- ramente más en su juventud, cuando se acercó al *trivium* y al *quadrivium* en la Universidad de Salamanca. Ya en tierras novo- hispanas, el recuerdo de las *Etimologías* quizá lo movió más de una vez a organizar su obra en forma de enciclopedia. Aunque los temas tratados por ambos autores pertenecen a culturas di- ferentes, la concepción de la obra y su estructura tienen simi- litudes; en ambos, lo humano sigue a lo divino y las cosas de la naturaleza a lo humano. Otro punto en común de las enciclope- dias de Sahagún y de San Isidoro es que ambas están elabora- das en épocas de choque cultural, con vistas a la transmisión de un legado, y en las dos, la lengua tiene un valor protagónico. Importa mucho la relación de las palabras y las cosas, el trasva- se de conceptos de una cultura a otra mediante los vocablos pre- cisos, la búsqueda constante del significado de la palabra, tanto etimológico como semántico. Por último, las dos tienen un co- mún denominador, el de ser *corpus* de gran valor histórico-fi- lológico y eslabones importantes en la historia de la transmi- sión del pensamiento en el universo de las culturas.

Algunos sahadunistas destacados han sostenido que fray Ber- nardino conoció otras enciclopedias medievales. Es el caso de Donald Robertson, quien realizó un análisis comparado entre el esquema de los doce libros de la *Historia general* y el que Bar- toloomé Anglico muestra en su obra *De proprietatibus rerum*, tra- ducida al español y publicada en Toledo en 1529. Las razones de Robertson son convincentes y nos muestran que Sahagún co-

Libro undecimo

tas. que haze paca aquilla, y
adpual va. a canjerido, paca a
paca.



Capitulo segundo
de las aves.

Paraylo primero de
las aves de pluma roja.



Ay una ave cocha negra, que
se llama quechualtli. haze plu-
mas muy erias, y de color azul
claro. haze el pie negro, y ama-
rillo, y los pies amarillos, haze
en traza oval cabeca. de pluma,
como cabeza de gallina. es tan gran
de como una ave, que se llama
Tavaca, que es tanana, como una
vaca, o peca de espina: haze la
caja de pluma y compulsion. de las
aves se llaman farnal, o sacre-
nal, que se crian en los prados.
Las plumas que cria en la cola
se llaman quechalli, son muy yce-

di. quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.

Una vez capítulo. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.

Una vez capítulo. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.

Una vez capítulo. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.
una quechualtli. una quechualtli.

noció la obra de Anglico, franciscano inglés que vivió en el siglo XIII, formado en la tradición de San Isidoro.¹¹

La enciclopedia antropológica de Sahagún

Podríamos seguir buscando inspiración para la *Historia general* y probablemente la encontraríamos en muchos autores que escribieron tratados en los que se reunían varias disciplinas, y de los cuales había ejemplares en las bibliotecas del convento y del colegio de Tlatelolco. Esto nos indica que Sahagún pudo disponer de un buen número de tratados en los que inspirarse para estructurar su obra. Pero llega la hora de preguntarnos ¿es la obra de Sahagún y su equipo una enciclopedia más dentro de la tradición europea, o es una enciclopedia concebida para ahondar en un nuevo campo del pensamiento, el del conocimiento de otros hombres y sus relaciones culturales, lo que hoy llamamos antropología?

En realidad la obra de fray Bernardino es ambas cosas. Es desde luego una más en cuanto a que en ella se reúne, en forma sistemática, el saber de un pueblo sobre lo divino, lo humano y las cosas de la naturaleza, y también porque en ella se buscó transmitir un *corpus* de conocimientos en el momento histórico en que peligraba una cultura. Su trazo, su forma, es también tradicional, con líneas y categorías fijadas desde antiguo por Aristóteles. Pero si examinamos su contenido, lo que Aristóteles define como sustancia, encontraremos la gran innovación. Nadie antes de fray Bernardino se había preocupado por estudiar a fondo ninguna cultura "peregrina ni bárbara". Es verdad que los historiadores europeos, desde la época de Herodoto, se interesaron por los pueblos ajenos a ellos y en este sentido pusieron los cimientos de la moderna etnología, pero siempre lo hicieron desde su propia cultura y escribieron en su propia lengua, es decir, trasvasaron a su lengua y a su pensamiento la cultura de aquellos pueblos peregrinos y exóticos, y los insertaron en los moldes de pensamiento de los pueblos "civilizados".

El contenido de la *Historia general* rompe con este modelo. Sahagún, despojándose de cualquier sentimiento de etnocentrismo, se deja conquistar por una cultura "peregrina y hasta bárbara", exótica y radicalmente diferente a las conocidas en su época. Se introduce en ella y la fija para siempre en el papel. Bueno, en realidad no lo hace él, y eso es otra gran novedad histórica,

lo hacen los hombres de esa cultura, los propios nahuas. Son ellos quienes hablan en su lengua y en español. Sahagún escucha, pregunta, espera a que hablen los otros; recoge palabras y más palabras; deja hablar al otro; pone un espejo delante del *tlamatini*, del sabio, y mientras la palabra se refleja en el espejo, Sahagún no cesa de preguntarle hasta llegar a lo más profundo de su corazón, a lo más recóndito de su espíritu. El *tlamatini* libera su palabra, habla incluso de lo divino, de su fe en el hombre, de sus dudas y angustias, de los enigmas sobre la vida y la muerte.

Con este método, nuevo en la historia, el franciscano recoge un material extraordinario al que da vida en boca de sus protagonistas. Resulta así que Sahagún escribe sin sus propias palabras, cosa admirable, y, más aún, organiza una enciclopedia con la voz de muchos, en la cual queda para siempre una sola voz, la del pueblo náhuatl, el más importante de Mesoamérica. Ahora bien, sin duda es el franciscano quien elabora la minuta o cuestionario, estudia las respuestas, las organiza, les da una estructura dentro de un sistema y las dispone para la posterioridad. Pero al leer la *Historia general*, el lector tiene la sensación de que Sahagún está escondido y sólo sale en los prólogos y en las confutaciones que añadió a cada uno de sus libros, en un doble juego para justificar su obra y refutar lo demoniaco.

El hecho de dejar hablar al otro, de recoger su palabra para hacer de ella el tema de su obra, implicaba un método nuevo que ha sido muy estudiado desde el punto de vista académico, aunque menos estudiado ha sido desde un punto de vista humano. Me refiero a la capacidad que tuvo el franciscano para acercarse a los demás, escucharlos en su lengua y preguntar sin importunar, sin producir hastío en sus informantes, y también a la de formar un equipo de colaboradores leales, sin quienes hubiera sido imposible la elaboración de su enciclopedia. Un estudio enfocado en esta dirección quizá nos revelaría a un Sahagún como modelo de conducta muy adecuada para emprender cualquier pesquisa antropológica.

Fray Bernardino, al redactar su obra, tomó en cuenta la lectura de muchos libros de pinturas, de códices, y asimismo recogió un rico testimonio, conservado gracias a la tradición oral sistemática en los centros de enseñanza, los *calmécac*. Al hacerlo podemos decir que, como en las enciclopedias anteriores a él, recopiló la sabiduría “académica” de la cultura náhuatl. A

esta sabiduría pertenecen los textos canónicos, que forman la columna vertebral de una cultura, el espíritu de un pueblo; sirvan como ejemplo las oraciones a los dioses o los *huehuetlahtolli* del libro VI y los grandes mitos de la creación del Sol y de la Luna del libro VII. Pero junto a estos grandes textos, patrimonio de la tradición oral colectiva, encontramos otros en los que se refleja el saber popular, el habla espontánea, el quehacer cotidiano y rutinario de la gente del pueblo, de los labradores, albañiles, tejedores y hasta de los esclavos. Fray Bernardino nada desdeñó; antes bien, consideró que lo escuchado, aunque fuera del hombre más modesto, podía tener un significado y un valor universales. De esta manera, al escuchar la palabra de todos dibujó el “rostro y el corazón” de la cultura náhuatl y concibió la primera imagen antropológica hecha por cualquier autor en cualquier tiempo.

Pero hay otra gran innovación al modelo clásico, y es que Sahagún, rebasando la estructura de las enciclopedias, concluye la suya con un texto único, el relato de un caso presente, la conquista de México en la voz de los conquistados. ¿Es esta una nueva forma de relatar los hechos en la historiografía universal? Cabe pensar que sí, porque hay relatos de miles de guerras, recogidos por el vencedor pero no de labios de los vencidos. Novedad de Sahagún es recoger desde afuera, con la voz de los de adentro, la palabra de los conquistados en su propia lengua; es como si fray Bernardino saliera de sí mismo y se introdujera en la conciencia desgarrada de otros, para escucharlos y hacer que todos oigan su voz. En el libro XII de la *Historia*, los vencidos son los protagonistas del relato en su propia lengua; por ello, este libro es considerado hoy paradigma de una nueva categoría histórica, la de la “visión de los vencidos”, en la que el autor no sólo acepta la perspectiva del otro sino que le confiere un valioso peso testimonial para reconstruir un momento histórico dramático.¹² La nueva categoría histórica creada por Sahagún es vista hoy como fruto de la sensibilidad antropológica de su autor y también de su imaginación innovadora, ya que su propuesta es transportable a otras circunstancias, tiempos y espacios para comprender hechos similares.

En definitiva, los doce libros de Sahagún son el fruto de los afanes de un hombre que quiso comprender y dar voz a otros hombres que acababan de entrar en el escenario histórico de Occidente en condiciones de inferioridad. Y aún más, la de conferir

oalmotlatocatlali nre Teuehquintim.
 inflatocat matlacxiuitl omei.
 Nuhimonic Teuehquintim auli ori
 uitt cacactimāca vncā catca fuez
 Nuhimian oalmotlati y naxcā flatoa
 ni Don xpoal ye exiuitl inflatocati.
 Nuh y eie mocepoa y nicollatocati tac
 mexico tenochtitlan y ecehonxiuitl
 y oan matlacxiuitl y nixquidica ax
 can y nipari xiuitl beate innotere
 wya ome acatl.

**Teate inthecoco flatoque inthexquixi
 uitt flatoatque.**

Quipeoalki inflatocayuitl inthecoco ye
 hoatl inflatocaxim canapoalixiuitl infla
 tocat atleipan mochiuh dichineca
 flatoquey.
 Nuh y nicome flatoani mochiuh in
 quitoalxiquili in Tlatlacaxim yehoatl
 y n Tlacholalaxim dichinecaatl auli
 inflatocat. y epoalxiuitl y oan matlac
 xiuitl amoteleipa mochiuh
 Nuhimic ei flatoani mochiuh acollho
 ca yehoatl in veve xtilxochitl
 inflatocat epoalxiuitl y oan macuil
 xiuitl amoteleipan mochiuh.
 Nuhimic nauti flatoani mochiuh tetz
 coco yehoatl y ttecaualcoyuhim
 inflatocat epoalxiuitl y oan matlac
 xiuitl y oan cexxiuitl auli y yehoatl
 y necaualcoyuhim y pan peuh y n
 yanuytl y momexim y ntenochti
 flan flatoani ttecaulxim y nicqpeuh
 que tepaneca auli morian tepauh
 que quiehoatl quipeualti y tte
 caualcoyuhim y nquitecac impetlati
 micpali y nacollhoacan tetzcoco.
 Nuhimic macuili mochiuh flatoa
 ni yehoatl in ttecaualpilli aulin

den diego teuehquintim



don xpoal.



Tlatlacaxim

- icoayacatlol*
- yflantol*
- y macayacatlol ma*
- y quaxxiitipal*
- Techolalaxim**
- icoayacatlol*
- idantol*
- y macayacatlol*
- iquanahxiitipal*
- ixtilxochim**
- icoayacatlol*
- iflantol*
- y macayacatlol*
- ixiitipal*
- necaualcoyuhim**
- eximigon*
- ixiitipal*
- ixiitipal*
- ixiitipal*
- ixiitipal*



necaualpilli

- ixiitipal*
- ixiitipal*
- ixiitipal*



BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

un peso cultural a los nuevos hombres como protagonistas de su propia civilización, que en nada era inferior a las conocidas. Esta nueva forma de historiar es vista en nuestra época como aplicable a otros pueblos en cualquier espacio y tiempo, de forma que la aportación de Sahagún cobra validez universal.

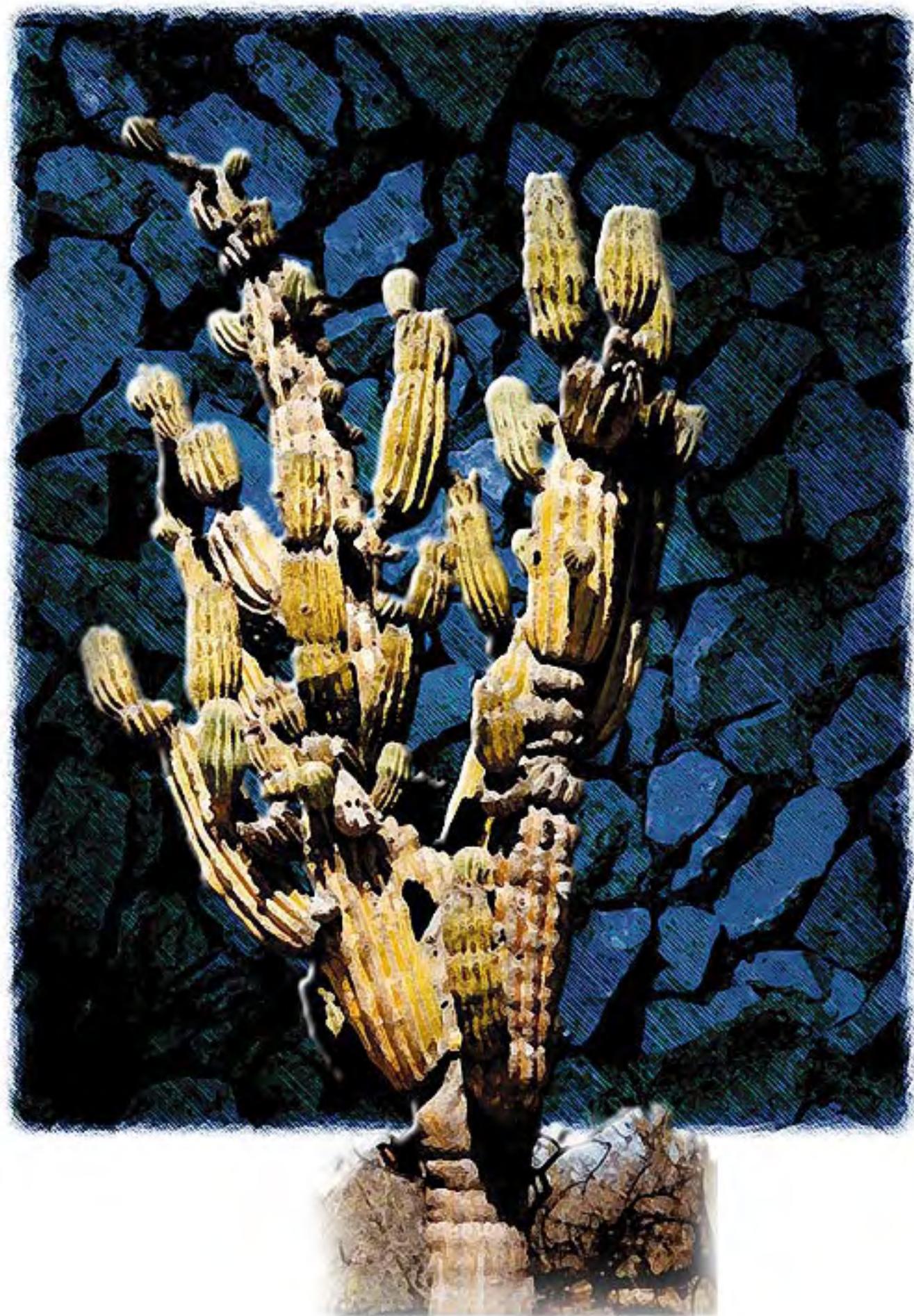
La palabra de un pueblo y el saber de una cultura son rescatados en la *Historia general de las cosas de Nueva España*, tratado singular en el que se entreteje con maestría la sabiduría mesoamericana con los moldes del pensamiento renacentista. Tiempo después, aquella palabra y aquel saber entrarían en la historia universal como creación valiosa del ser humano. Sahagún, al orientar su magna enciclopedia al conocimiento de una lengua y una cultura radicalmente diferente a la suya rompió con el etnocentrismo de la tradición occidental y creó una

forma nueva y penetrante de observar al hombre en su actuar, lo que hoy llamamos antropología. La antropología nos ha hecho ver a todos y a cada uno de nosotros que no hay lenguas ni culturas inferiores, y que cada ser humano y cada pueblo es protagonista en el universo de las culturas.

¿Imaginó Sahagún que su obra tendría la dimensión que los siglos le han reconocido? ¿Pensó que su manera de acercarse al otro sería la semilla de una nueva disciplina, la antropología? Difícil es dar una respuesta. Nosotros, en cambio, sí podemos estar seguros de que él, “al dar luz a las cosas de estos naturales”, como dice en el “Prólogo” al libro I, dio luz a su mente y fortaleza a su espíritu para alcanzar la armonía con sus nuevos hermanos, los nahuas, y sobre todo con él mismo, como franciscano observante y humanista de su tiempo. 🌐

Notas

- ¹ El cronista que da más noticias de él es el franciscano fray Jerónimo de Mendieta en su *Historia eclesiástica indiana*, terminada en 1596 y publicada por Joaquín García Icazbalceta en 1886. La biografía más moderna y completa de Sahagún se debe a Miguel León-Portilla, *Bernardino de Sahagún, pionero de la antropología*, UNAM y Colegio Nacional, 1999.
- ² Fray Bernardino de Sahagún, *Historia general de las cosas de Nueva España. Primera versión íntegra del texto castellano del manuscrito conocido como Códice Florentino*. Introducción, paleografía, glosario y notas de Alfredo López Austin y Josefina García Quintana, México, 1989, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes y Alianza Editorial Mexicana, 2 vol. Las siguientes citas referentes al *Códice Florentino* están hechas a partir de esta edición.
- ³ *Ibidem*, “Prólogo” al libro VI.
- ⁴ *Ibid.*, “Prólogo” al libro I.
- ⁵ *Ibid.*, “Prólogo” al libro II.
- ⁶ “Dedicatoria a fray Rodrigo de Sequera”, libro VI de la *Historia general*.
- ⁷ *Diccionario de la Lengua Española*, vigésima primera edición, Madrid, 1992, Real Academia Española.
- ⁸ *Vid.* Alain Rey, *Encyclopédies et Dictionnaires*, Paris, 1982, Presses Universitaires de France, pp. 53 y ss. (*Col. ¿Que sais je?*).
- ⁹ Esta traducción permaneció inédita hasta que la UNAM emprendió la magna tarea de editar las *Obras completas* de Francisco Hernández entre 1959 y 1984.
- ¹⁰ Los datos aquí expuestos sobre la obra de San Isidoro están sacados de la edición de 1599, conservada en la Biblioteca Nacional de México, cuyo título es: *Divi Isidori Hispal Episcop, Opera, Philippi II Cathol Regis Iusu*, Matrity, 1599, Ex Typographia Regia, 407+167 p., ils.
- ¹¹ *Vid.* Donald Robertson, “The sixteenth Century Mexican Encyclopaedia of Fray Bernardino de Sahagun”, *Cahiers d'Histoire Mondiale*, Neuchâtel, Switzerland, 1966, vol. 6, núm. 3, pp. 623-627.
- ¹² El concepto de “visión de los vencidos” fue acuñado por Miguel León-Portilla en 1959, al publicar con este título un conjunto de relatos acerca de la conquista de México.



La caída de los gigantes

Un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus pringlei*) en Baja California Sur

YOAV BASHAN, GERARDO TOLEDO, LUZ E. GONZALEZ Y GINA HOLGUIN

Resumen

El cardón gigante columnar (*Pachycereus pringlei*) padece una enfermedad que lleva a la destrucción de gran número de individuos. El agente causante, biótico o abiótico, se desconoce, pero se han detectado dos manifestaciones del padecimiento, la primera es un decaimiento en forma de círculo alrededor del brazo principal, el cual provoca la muerte del crecimiento apical del mismo, y en este caso, la porción muerta se desprende y forma una aplanación apical en la parte viva (de aquí el nombre propuesto para este fenómeno), dando como resultado una degeneración progresiva y la muerte de la planta. La segunda manifestación del síntoma se inicia de manera similar a la primera, formando también una grieta circular en el brazo; sin embargo, ésta no provoca su muerte, pues cuando la grieta alcanza determinada

profundidad el brazo se desprende, creando la aplanación apical característica del síndrome aquí descrito, pero se desconoce el tiempo transcurrido en el desarrollo de estos síntomas. De igual forma se ha observado un tercer tipo de degeneración, el cual llamamos decoloración fatal, fenómeno que afecta principalmente a las plantas maduras (más de 100 años de edad), aunque debe aclararse que dicho fenómeno también se ha observado en las plantas jóvenes. Sólo una tercera parte de los sitios estudiados en el estado de Baja California Sur permanecen intactos o sin aparente incidencia de enfermedad, encontrándose nueve centros de decaimiento de aplanación apical (cinco grandes y cuatro chicos), por lo cual creemos que el Síndrome de Decaimiento y Aplanación Apical en el cardón gigante en Baja California Sur es común y está ampliamente distribuido.



Figura 1. Mapa de las inspecciones del decaimiento del cardón en el estado de Baja California Sur, México. Principal localización (sombreada) y sitios menores (*) de las poblaciones de cardón. 1. Isla Espíritu Santo-Partida; 2. El Conejo; 3. Mesa Prieta; 4. Norte de Comondú; 5. Bahía Concepción; 6. Laguna de Balandra; 7. Norte de San Juan de la Costa; 8. Volcán Las Tres Virgenes, y 9. Zona oriental de la sierra San Francisco.



Figura 2. Síntomas iniciales de decaimiento: a) Cardón intacto, no afectado; b) Putrefacción circular en el ápice del brazo (flecha); c) Putrefacción circular a lo largo del tronco (flechas), y d) Putrefacción en el ápice de los brazos laterales (flechas). T-tronco, B-brazo.

Según la leyenda, muchos de los enormes cardones que crecen cerca de la Bahía de La Paz son los mismos que dieron la bienvenida al conquistador Hernán Cortés en 1533. Estos longevos cactus gigantes columnares, emblema de Baja California, son una presencia familiar para los viajeros que recorren la península, pero en la actualidad están amenazados por una enfermedad desconocida que se expresa en forma de decaimiento, la cual está destruyendo su población. Los cardones más vulnerables a este padecimiento son generalmente los más viejos y magníficos.

En 1991 descubrimos la primera área de decaimiento 25 km al norte de la ciudad de La Paz, cerca de la laguna de Balandra, donde innumerables cactus gigantes, agónicos o ya muertos exponían al cielo sus enormes esqueletos de madera, y asumimos que este no era un fenómeno creado por el hombre, porque el sitio donde se encontró era remoto y accesible sólo por un tortuoso camino de terracería (Holguín *et al.*, 1993), la mayoría de los cactus muertos que fotografiamos en 1991 han desaparecido ya completamente. El cardón posee alta resistencia al severo ambiente de Baja California mientras está vivo y se deteriora con rapidez al morir, debido a la acelerada evaporación de su contenido líquido y la destrucción de su madera.

Ya que este padecimiento no ha sido estudiado proponemos llamarlo Síndrome de Decaimiento y Aplanación Apical del Cardón, nombre que describe los síntomas más comunes del fenómeno (Bashan *et al.*, 1995). Adicionamos la palabra "síndrome", porque desconocemos el número exacto de agentes causales vinculados y en este sentido, el enigma nos ha planteado un buen número de interrogantes:

1. ¿Se ha pasado por alto este decaimiento debido a lo remoto del hábitat del cardón?
2. ¿Está limitado este fenómeno a una pequeña población local de cardón?
3. ¿Cuál es el tamaño de la población en peligro?
4. ¿Cuál(es) puede(n) ser el(los) agente(s) causal(es)?
5. ¿Cómo podríamos detenerlo(s)?

La estrategia básica para contestar estas perturbantes preguntas fue evaluar la magnitud del fenómeno por medio de investigaciones de campo en todo el estado de Baja California Sur, y esto se efectuó desde el desierto de Vizcaíno en el norte, hasta cabo San Lucas en el extremo sur de la península. Durante la primavera y el invierno de 1993, 1994 y 1998 (las únicas estaciones cuando es posible el trabajo de campo intensivo en Baja California, debido a las inclementes temperaturas en el verano y otoño) se realizaron 41 inspecciones de campo, tanto en vehículo como a pie, y puesto que la mayor parte de la península está intacta y carece de carreteras pavimentadas, dichas inspecciones se restringieron a caminos y brechas que pudieran transitarse. Para las que se realizaron a pie, las limitacio-



Figura 3. Síntomas avanzados del decaimiento: a) Ápice del tronco seco (doble flecha) y putrefacción circular en un brazo lateral (flecha); b) El tronco casi desprendido (flecha), y c) El ápice seco colapsando (flecha). T-tronco, B-brazo.

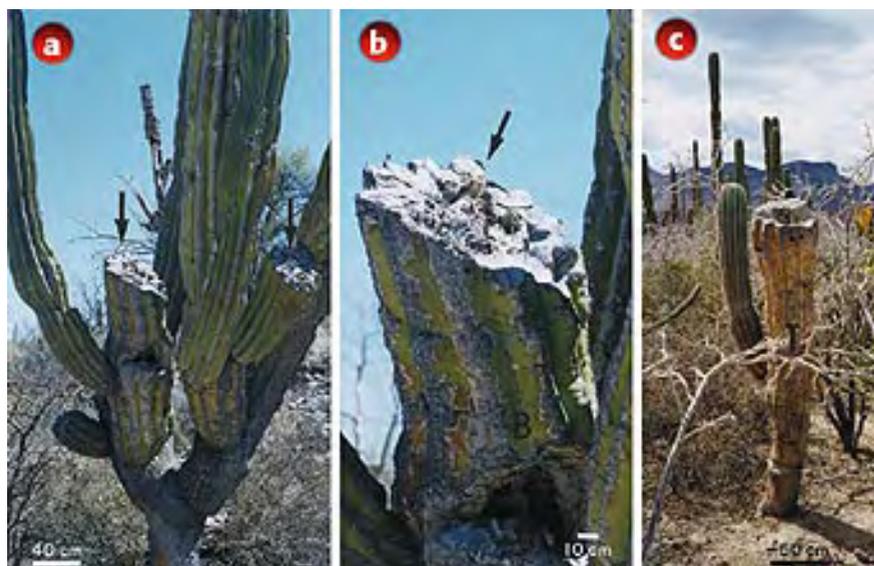


Figura 4. a) Síntoma típico del decaimiento y aplanamiento apical (flechas); b) Ampliación de la anterior, y c) Aplanación apical que elimina casi por completo al cactus. Un nuevo brazo está emergiendo del costado. T-tronco, B-brazo.

nes fueron impuestas por la inaccesibilidad del terreno, con densos bosques de dosel bajo y arbustos espinosos, zonas a las cuales es posible llegar sólo cuando los vaqueros locales abren las brechas, utilizando machetes, pero debido a que consideramos esta práctica demasiado destructiva para el entorno del desierto rechazamos tal opción. Algunos detalles técnicos de las inspecciones y la localización de grandes áreas de decaimiento se presentan en el cuadro 1 y están marcadas en la figura 1.

En Baja California Sur crecen dos especies de cardón, *Pachycereus pectan* en la parte sur de la península (al sur de La Paz y en alturas mayores de 300 m) y *Pachycereus pringlei* en el resto. Sorprendentemente, en las inspecciones efectuadas al sur de la alta sierra de La Laguna, no se registró una sola planta con el síndrome, pues en apariencia el *Pachycereus pectan* es resistente al agente causal de este decaimiento.

Se han descubierto tres tipos de decaimiento del cardón, dos de ellos causados por el Síndrome de Aplanamiento y el

tercero por una decoloración fatal, y todos ellos llevan a la muerte de la planta después de cierto periodo. Al evaluar en detalle más de mil plantas jóvenes y maduras fue posible reconstruir un patrón para el decaimiento; así, como primer paso, el tejido alrededor de los brazos de la planta o en la punta empieza a pudrirse en un área no mayor de 2-3 cm de ancho, y la parte en putrefacción crea un círculo completo alrededor del brazo en plantas maduras, o en el tronco principal en plantas más jóvenes (véase fig. 2b, c), y entonces el ápice mismo empieza a descomponerse (véase fig. 2d). Después de un periodo de tiempo indeterminado, las áreas afectadas se secan y posteriormente el ápice seco se desprende de la planta (véase fig. 3), patrón que inspiró el nombre que proponemos para el fenómeno. Los casos agudos de decaimiento y aplanación apical pueden crear una planta que luce como

si todos sus brazos hubieran sido cortados (véase fig. 4), y poco a poco el padecimiento se va extendiendo por toda ella, dete-

Cuadro I
Sitios de evaluación del decaimiento de la población de cardón en el estado de Baja California Sur, México.
Localización geográfica

Localización	Lat. N	Long. O	Punto de entrada al lugar
Laguna de Balandra	24° 19'	110° 19'	La entrada al lugar está en la carretera La Paz-Balandra 25 km al norte de La Paz y 3 km antes de la laguna de Balandra al costado derecho del camino.
Espíritu Santo-Isla Partida	24° 23'- 24° 36'	110° 16'- 110° 26'	Por mar, se localiza aproximadamente a 30 km al norte de La Paz.
San Juan de la Costa	24° 30'- 24° 55'	110° 40'	Camino de terracería entre San Juan de la Costa y San Evaristo. El lugar comienza a 15 km al norte de San Juan de la Costa y está localizado entre las montañas al occidente y el Mar de Cortés al oriente.
El Conejo	23° 21'- 24° 11'	110° 59'- 111° 00'	La entrada al lugar es por una brecha localizada en el km 80-5 de la carretera México núm 1, al norte de La Paz aproximadamente de 2 a 3 km al sur de la torre de microondas El Coyote (marca dominante en este terreno plano), la dirección general del camino es sureste; el daño en esta área fue localizado alrededor de 2-22 km del cruce con la carretera; esta área en decadencia se extiende hasta 2 km desde la orilla del Océano Pacífico.
Mesa Prieta	24° 29'- 25° 01'	110° 47'- 111° 20'	La entrada a este lugar es hacia el noroeste por un camino de terracería a 127.5 km de la carretera México núm. 1 al norte de La Paz, cuando el camino entra a la Sierra a 42 km del cruce (área de Las Tinajitas). El área de decaimiento se extiende hasta el km 52.
Noroeste de Comondú	26° 21' N	111° 46'O	El centro de decaimiento está en el cruce entre el camino de terracería que conecta Rosario (E) y San Isidro (O) y rumbo al sur en el abandonado camino de terracería a Comondú.
Al sur de Bahía Concepción	26° 33'- 26° 40'	111° 41'- 111° 45'	La entrada a este sitio fue por una brecha 75.3 km al norte de Loreto de la carretera México núm. 1; el sitio fue observado desde el km 0.5 de la brecha (desde la carretera) hasta el km 8 antes de que la brecha se desvíe al norte hacia las playas al este de Bahía Concepción.
Volcán de Las Tres Vírgenes	27° 24'- 27° 31'	112° 30'- 112° 32'	La entrada es por una brecha a 32 km al oeste de Santa Rosalía sobre la carretera México núm. 1 en la ladera este del volcán; la única zona en decaimiento en esta área fue detectada entre 6.5 y 9 km desde la entrada, con el mayor decaimiento entre 6 y 7 kilómetros.
Ladera este de sierra San Francisco	27° 26'	112° 48'	La entrada a este sitio fue por una brecha a 53 km al norte de Santa Rosalía de la carretera México núm. 1 a través del ejido Alfredo Bonfil; el centro fue observado entre los km 13 y 14, desde el ejido.

Nota: La locación de los lugares está enlistada de sur a norte.

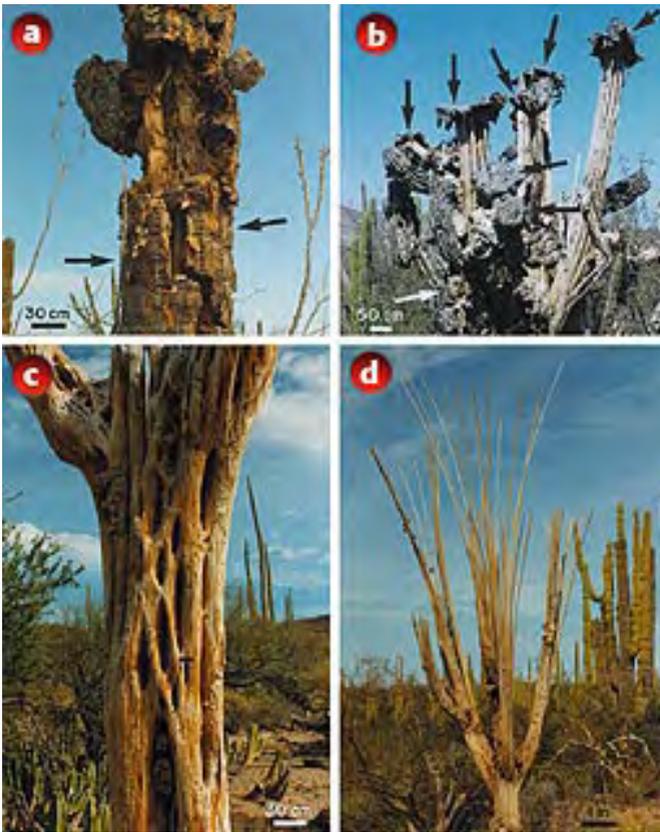


Figura 5. Un cardón muriendo de decaimiento y aplanación apical: a) El tejido se seca, se rompe y eventualmente se desprende (flechas); b) Esqueleto de un gran cardón que sufre de decaimiento y aplanación apical en todos sus brazos (flechas); c) Un esqueleto todavía en pie, y d) Esqueleto en proceso de deterioro. Usualmente, la planta cae y desaparece del todo.

riorándola hasta que muere. Después de que el tejido se seca, la suave madera del cardón se desintegra y la planta desaparece por completo (véase fig. 5). Los cardones que sufren de múltiples aplanaciones apicales por lo común muestran “extrañas” formas (véase fig. 6).

Los mejores ejemplos de esta clase de decaimiento pueden observarse en el área de El Conejo (localizada entre 23°27'N a 24°11'N y 110°58'O a 111°00'O), en la isla de Espíritu Santo (24°23'N a 24°36'N y 110°16'O a 110°26'O), Mesa Prieta (24°39'N a 25°01'N y 110°47'O a 111°20'O) y en un área al norte de Comondú (26°21'N y 111°46'O). Áreas más pequeñas de este fenómeno se encuentran en las laderas situadas al oriente del volcán Las Tres Vírgenes (27°24'N a 27°31'N y 112°30'O a 112°32'O, en las laderas al occidente de sierra San Francisco (27°26'N y 112°48'O) y en las planicies que bordean la costa norte de San Juan de la Costa (24°30'N a 24°55'N).

El segundo tipo de decaimiento fue encontrado en exclusiva al extremo sur de Bahía Concepción (26°33'N a 26°40'N y 111°41'O a 111°45'O), en donde la putrefacción inicial aparece de una grieta simple y profunda en cualquier lugar del brazo, y aunque ésta es de sólo 1.2 cm de ancho, por dentro el tejido en descomposición puede alcanzar 10 cm de profundidad (véase fig. 7a).

En los casos de cactus maduros y con múltiples ramas, el brazo completo (incluyendo las áreas verdes no afectadas) se colapsa (véase fig. 7b) y cae al suelo, creando la imagen de un dedo amputado (fig. 7c,d), después de lo cual los brazos que aún permanecen en pie mueren, y finalmente, la planta gigante también muere en su totalidad y cae o se deteriora.

Un tercer tipo de decaimiento se observó sólo en la costa del Pacífico, 3.3 km al sur del área de pescadores de El Conejo, donde toda la población de cactus maduros, que por lo general son completamente verdes, se torna grisácea o blanca y la epidermis de la planta se agrieta. Muchos de los cactus del área están muriendo de lo que llamamos decolo-

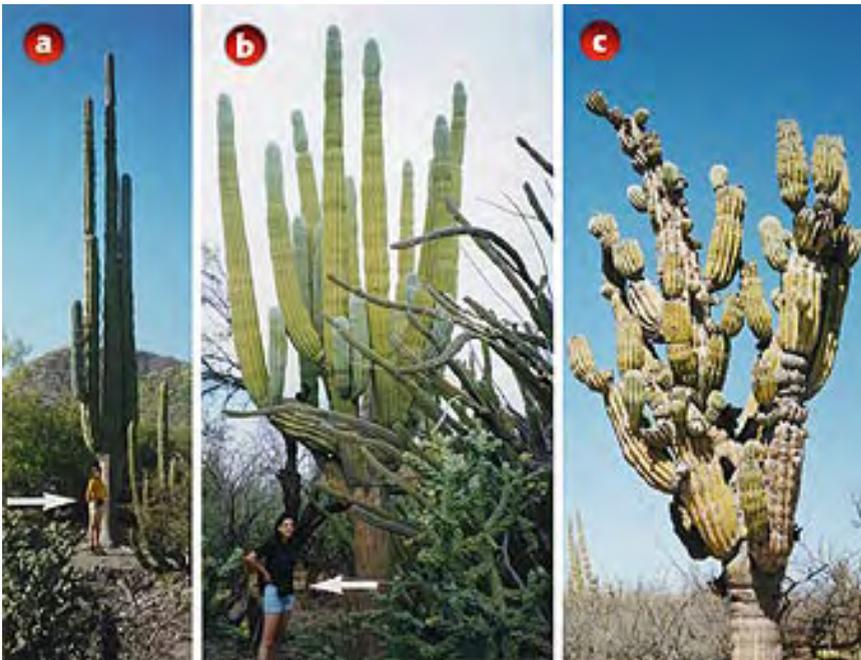


Figura 6. Un cardón normal: a) Bahía Concepción, BCS; b) Todos Santos, BCS; c) Un cardón sufriendo de múltiples aplanamientos apicales en casi todos sus brazos. Como referencia uno de los autores (flecha).



Figura 7. Un segundo patrón de decaimiento y aplanación apical, encontrado sólo en el área al sur de Bahía Concepción; a) El decaimiento empieza con una profunda incisión simple en el tronco de la planta, sin aparente putrefacción adicional, y puede aparecer en cualquier sitio a lo largo del brazo (flecha); b) Cuando la incisión es suficientemente profunda, el brazo cae; vista detallada del decaimiento y aplanación apical común en este tipo de deterioro, y d) Vista general de este tipo de decaimiento y aplanación apical.

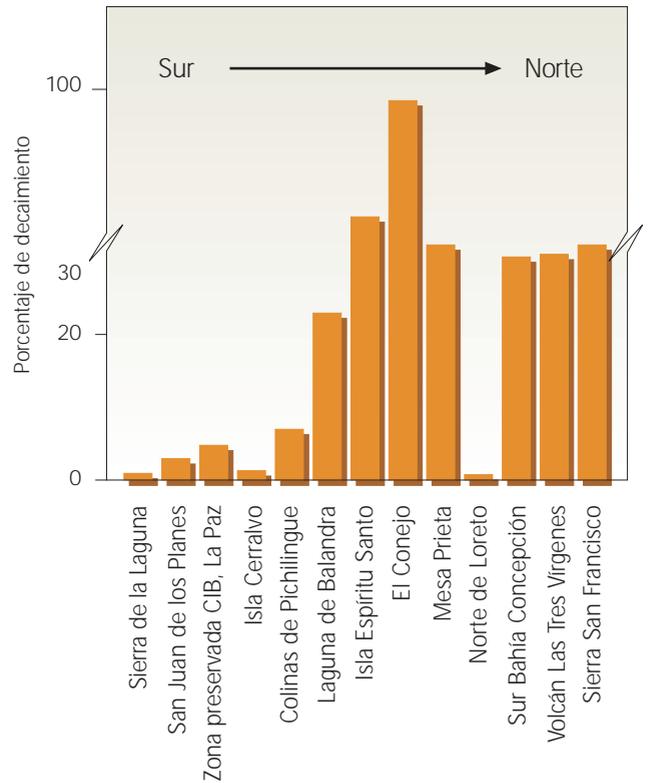


Figura 8. El nivel de decaimiento de la población de cardón en 12 sitios de Baja California Sur.

ración fatal, fenómeno que está restringido a un área de 3 km² y no ha sido mejor estudiado.

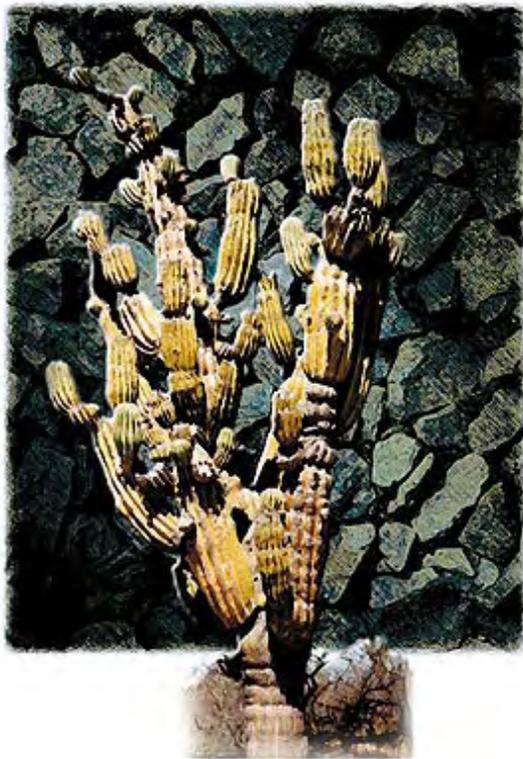
No todas las plantas de *P. pringlei* están decayendo de manera uniforme, pues según parece, la enfermedad se encuentra restringida a áreas pequeñas de 1 a 2 km² (laguna de Balandra) o a áreas tan grandes como de 100 km² (en la zona de El Conejo y Mesa Prieta), y aún en otras está completamente ausente (véase fig. 8), pero, en general, las zonas afectadas y no afectadas pueden localizarse geográficamente cerca; por ejemplo, el área afectada al sur de Bahía Concepción está a menos de 16 km al norte de una zona de cardón saludable, cerca del poblado de San Nicolás, o la relativamente área sana de Pichilingue, a 7 km al sur de la afectada isla de Espíritu Santo.

El cardón no es el único cactus columnar que sufre de misteriosos decaimientos. Los sahuaros gigantes de Arizona casi desaparecieron en los decenios pasados, y la mayoría de las plantas que crecen actualmente en el Monumento Nacional del Sahuaro son relativamente jóvenes (Kranz, 1992; Pacenti, 1993; McAuliffe, 1993). De manera similar, en Chile las poblaciones de cactus *Eulychnias* han muerto en áreas muy remotas (Es-

pinosa, 1993), y se observaron heridas superficiales en varios cactus columnares en el desierto de Sonora (Evans *et al.*, 1994). Pero, ¿qué causa estos decaimientos? Con el conocimiento actual es difícil determinarlo, pues las explicaciones en el caso del sahuaro han variado, como en el caso de la disminución de la capa de ozono, que somete a las plantas a excesivas exposiciones a la radiación ultravioleta; la contaminación por cobre y la que producen los automóviles; las temperaturas congelantes o la necrosis bacteriana, y hasta patrones de precipitación a largo plazo (Kranz, 1992; Pacenti, 1993). Sin embargo, no hay suficiente evidencia científica para las teorías propuestas, ni creemos que alguna de las razones expuestas anteriormente sea responsable del decaimiento del cardón, y es posible que cualquiera que sea la causa de tal decaimiento, éste se disperse por el viento o por la acción de las aves. En áreas muy expuestas al viento se presentan más casos de cardones moribundos, que en las áreas más resguardadas, pero existe también la posibilidad de que este visible decaimiento sea causado por más de un factor; por ejemplo, una lesión primaria por insectos herbívoros y una posterior fermentación de los tejidos por levaduras o bacterias que contami-

nan esta pequeña lesión inicial. Sin embargo, debemos destacar que todas estas teorías necesitan ser probadas.

El cardón tiene enormes efectos en el ambiente de Baja California y es un factor importante para prevenir la erosión del suelo en la península. Los cardones cuentan con un gran sistema superficial de raíces que capturan el polvo, y en muchas áreas agrícolas y urbanas donde el cardón, junto con la flora local, han sido removidos, el viento levanta el suelo superficial, causando severos problemas respiratorios, especialmente en niños, además de incrementar la tasa de mortalidad de la población. Al momento, la ciudad de La Paz tiene la más alta tasa de mortalidad y uno de los mayores índices de enfermedades respiratorias en el noroeste de México (Ortega-Rubio *et al.*, 1998). Como consecuencia, cualquier fenómeno que afecte a los cardones incidirá de manera directa en la salud de la población, y es necesario, entonces, conocer las causas que producen este decaimiento, para detenerlo antes de que pueda llegar a disminuir significativamente el número de estos magníficos cactus. 🌵

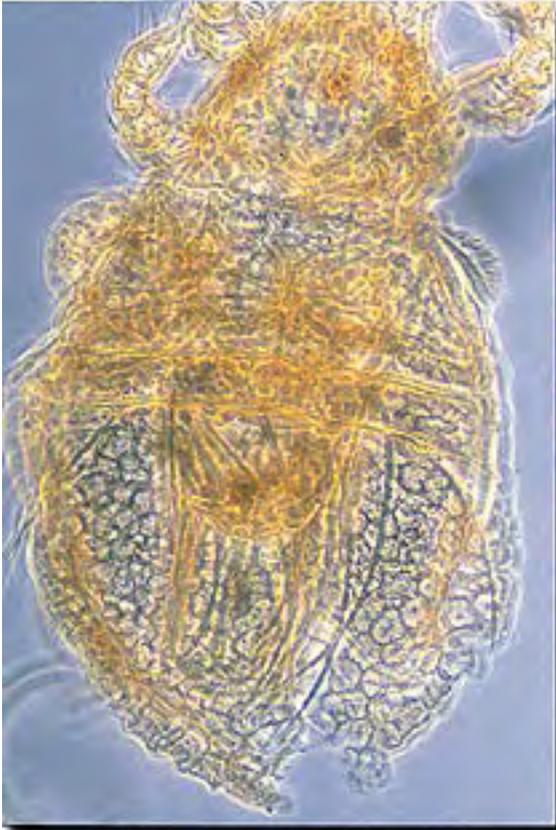


Agradecimientos

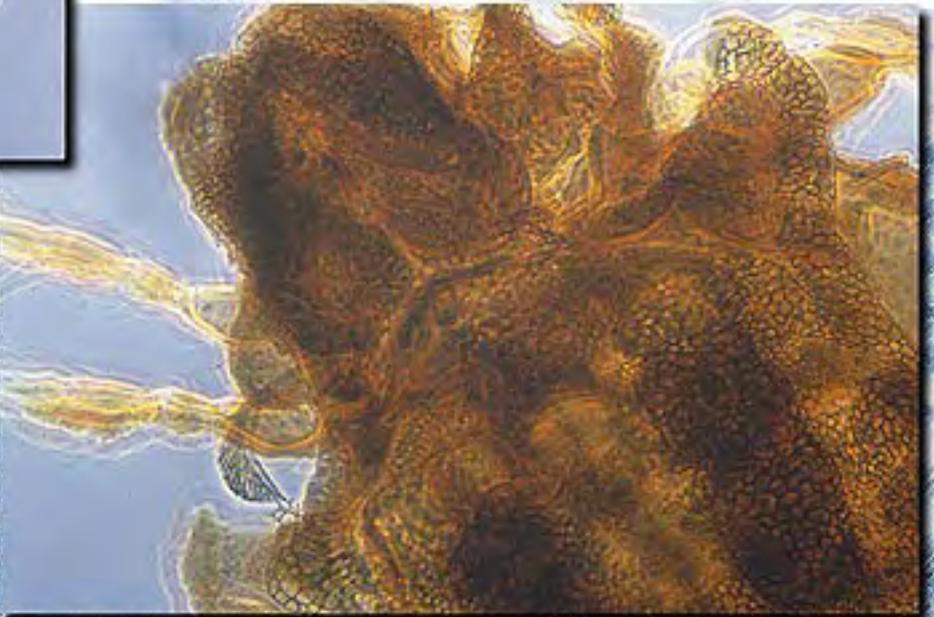
Este estudio está dedicado a la memoria del desaparecido Avner Bashan, de Israel, y agradecemos a Oscar Armendáriz-Ruiz el trabajo de arte. Parte de los datos presentados se publicaron previamente en *el Canadian Journal of Botany* y se presentan con el consentimiento de la revista. Este trabajo fue parcialmente financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mediante el contrato número 26262-B.

Bibliografía

- Anónimo. "La desertificación en México. Plan de acción para el combate a la desertificación", en *Comisión Nacional de Zonas Áridas*, Saltillo, Coahuila, 1994, Secretaría de Desarrollo Social, pp. 73-114.
- Bashan, Y.; G. Toledo, and G. Holguín, "Flat Top Decay Syndrome of the Giant Cardon Cactus (*Pachycereus pringlei*). Description and Distribution in Baja California Sur, Mexico", *Can. J. Bot.*, 73, 1995, pp. 683-692.
- Espinosa, I. "Dying *Eulychnias*", *Cactus Succ. J.*, 65, 1993, pp. 205-206.
- Evans, L.S., and B.J. Fehling. "Superficial Injuries of Several Long-lived Columnar Cacti of the Sonoran Desert, Mexico", *Environ. Exp. Bot.*, 34, 1994, pp. 19-23.
- Holguín, G.; R. Bowers, and Y. Bashan. "The Degeneration of Cardon Populations in Baja California Sur, Mexico", *Cactus Succ. J.*, 65, 1993, pp. 64-67.
- Krantz, M. The Case of the Disappearing Cactus. *Audubon* (Sept-Oct), pp. 21-23.
- McAuliffe, J.R. *Case Study of Research, Monitoring, and Management Programs Associated with the Saguaro Cactus (Carnegiea gigantea) at Saguaro National Monument, Arizona*, Technical Report NPS/WRUS/NRTR-93/01, 1993, 50 p.
- Ortega-Rubio, A.; A. Naranjo; A. Nieto; C. Arguelles; F. Salinas; R. Aguilar, y H. Romero. "Suspended Particles in Atmosphere and Respiratory Health Problems at La Paz city, Baja California Sur, Mexico", *Journal of Environmental Biology*, 19, 1998, pp. 381-387.
- Pacenti, J. "Sentinel of the Desert is Dying", *Santa Barbara Cactus and Succulent Society Newsletter*, vol. 93, núm. 9, 1993.



Cosmochthonius lanatus foveolatus. Esta familia consta de tres especies en la región neotropical, la especie *C. lanatus foveolatus* fue descrita para Perú, de la región del Cusco, y se cita por primera vez para México y Quintana Roo.



Eremaeozetes ca. undulatus. El género *Eremaeozetes* consta de 17 especies, la *E. undulatus* fue descrita para las Antillas, y este es el primer registro para México y Quintana Roo.

Acaros oribátidos de Quintana Roo

MARIA MAGDALENA VAZQUEZ G.

Introducción

Los estudios sobre la fauna de los microartrópodos edáficos son muy importantes para el entendimiento de los ecosistemas y de las relaciones tróficas entre los organismos que forman parte de ellos. La mayoría de las investigaciones sobre ecología, biogeografía, conducta y evolución de los seres vivos se ha efectuado en organismos de gran talla tanto de flora como de fauna, y si comparamos estos estudios con los efectuados respecto a la fauna de los invertebrados veremos que éstos son mínimos, aun cuando comprendan mayor biodiversidad.

Durante el desarrollo de los proyectos de investigación, B051 y 0613-P-N-9506 sobre la fauna del suelo del estado de Quintana Roo, realizados con el apoyo del Conabio y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología entre 1994 y 1997, pudieron estudiarse y conocerse las especies de varios grupos de microartrópodos que habitan comúnmente en la hojarasca y el suelo de las selvas tropicales. Uno de los grupos mejor estudiados y del que se ha identificado el mayor número de especies es el de los ácaros oribátidos. A la fecha se tienen identificadas cerca de 224 especies, de las cuales el 99% se cita por primera vez para el estado de Quintana Roo.



Basilobelba insularis. La familia *Basilobelbidae* consta de un solo género conocido en la región neotropical. *B. insularis* es una especie descrita para las Antillas y este es el primer registro para México y Quintana Roo.



Flagrosuctobelba subtrigona. El género *Flagrosuctobelba* de la familia *Suctobelbidae* consta de ocho especies, las cuales sólo se conocen en la región oriental. *F. subtrigona* constituye el primer registro para la región neotropical y México.

Fauna edáfica en Quintana Roo

El desarrollo y la investigación de los proyectos sobre la fauna edáfica se llevó a cabo principalmente en una selva baja inundable de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, y una selva alta subperennifolia del ejido de Noh Bec, ambos en Quintana Roo, estado que se encuentra ubicado en la península de Yucatán, ocupando una tercera parte de la región oriental de la misma sobre el mar Caribe. De acuerdo con Robles-Ramón (1950), uno de los principales problemas a que se han enfrentado los especialistas para realizar los estudios de la geología de dicha península es la falta de afloramientos. Desde un punto de vista geológico la península se define como una extensa planicie de origen cárstico (Gaina-Vizcaíno *et al.*, 1985). El área que actualmente ocupa el estado de Quintana Roo corresponde a las formaciones Carrillo Puerto, que datan del Mioceno Superior o del Plioceno; la formación Bacalar, del Mioceno Superior con 16 millones de años de antigüedad y rocas indiferenciadas del Pleistoceno-Holoceno que tienen entre 1.0 y 0.025 millones de años. Esta plataforma, que a lo largo de la historia geológica ha estado sumergida o emergida de manera alterna, está constituida por roca calcárea con suelos poco profundos y el manto freático muy cerca de la superficie.

El clima de Quintana Roo es del tipo A W, o sea cálido subhúmedo con lluvias en verano, según Köppen, modificado por García, Olmsted y Durán (1983) consideran nueve tipos de vegetación y áreas perturbadas que son: 1) selva subperennifolia, 2) selva subcaducifolia, 3) selva baja inundable, 4) pantanos de zacate, 5) mangle chaparro, 6) mangle de franja, 7) tasistales, 8) vegetación de dunas y 9) petenes.

Muestreos sistemáticos mediante embudos de Berlese modificados

Entre 1994 y 1997, durante cuatro años se realizaron muestreos sistemáticos de hojarasca y suelo y también se tomaron muestras de musgo, epífitas, troncos y corteza de árboles en descomposición en las áreas señaladas

Cuadro 1
Relación de familias de ácaros oribátidos con mayor número de géneros y especies encontrados en las selvas de Quintana Roo

FAMILIA	GENEROS	ESPECIES	DIST. GEOGRAFICA
Oppiidae	16	16	
Gymnodamaeidae	10	10	
Microzetidae	8	8	
Phthiracaridae	8	13	
Haplozetidae	7	7	
Lohmanniidae	7	9	
Trhypochthoniidae	7	11	
Oribatellidae	6	6	
Scheloriobatidae	6	6	
Hermanniiellidae	5	5	
Galumnidae	4	5	
Microtegeidae	4	5	
Nothridae	4	8	
Brachychthoniidae	3	6	
Carabodidae	3	5	
Ceratozetidae	3	3	
Euphthiracaridae	3	5	
Liodidae	3	5	
Nanhermanniidae	3	3	
Suctobelbidae	3	6	
Anderemaeidae	2	3	
Cosmochthoniidae	2	4	
Ctenacaridae	2	2	
Malaconothriidae	2	9	
Oripodidae	2	2	
Xylobatidae	2	2	
Ameronothriidae	1	1	
Anderemaeidae	1	1	
Astegistidae	1	1	
Autognetidae	1	1	
Basilobelbidae	1	1	
Belbidae	1	1	
Camissidae	1	1	
Ceratopidae	1	1	
Charazobatidae	1	5	
Crotoniidae	1	2	
Cymbaeremaeidae	1	2	
Damaeidae	1	1	
Damaeolidae	1	1	
Dampfiellidae	1	3	
Epilohmanniidae	1	3	
Eremaozetidae	1	1	
Eremobelbidae	1	1	
Eremulidae	1	3	
Haplochthoniidae	1	1	
Hermannidae	1	1	
Hypochthoniidae	1	1	
Liacaridae	1	2	
Licneremaeidae	1	2	
Nasobatidae	1	1	
Otocephidae	1	1	
Perlohmanniidae	1	3	
Phyllochthoniidae	1	1	
Plasmobatidae	1	1	
Plateremaeidae	1	2	
Pterochthoniidae	1	1	
Sphaerochthoniidae	1	3	
Xenillidae	1	3	
Zetorchestidae	1	2	
TOTAL 59 familias	158 géneros	219 especies	

para el estudio. Las muestras se procesaron por medio de embudos de Berlese modificados sin fuente de luz durante cinco días, método que consiste en utilizar el fototropismo negativo de los microartrópodos edáficos, para lo cual las muestras se colocan en la parte superior de un embudo de lámina sobre una malla y en la parte inferior de éste, un frasco colector con alcohol al 96%. Conforme la muestra se va secando, los organismos tienden a bajar y caen en el frasco colector.

Los organismos obtenidos se separaron, cuantificaron e identificaron a grandes taxa como familia o género bajo el microscopio estereoscópico, y con posterioridad se efectuaron preparaciones permanentes con algunos organismos, para lo cual, los ácaros se aclaran previamente con ácido láctico durante una semana, se enjuagan con agua destilada y se colocan en un portaobjetos sobre una gota de líquido de Hoyer. El ácaro se cubre con un cubreobjetos y se seca en una estufa durante 7 a 10 días y después se sella con barniz para evitar su rehidratación. Con los organismos así preparados se llevan a cabo los estudios de sistemática y taxonomía bajo un microscopio óptico.

Los ácaros oribátidos, el grupo más abundante

Se colectaron más de 10 mil ácaros oribátidos y se montaron en preparaciones permanentes cerca de 2 500 organismos, los cuales forman parte de la colección de microartrópodos edáficos de Quintana Roo, depositada en el Laboratorio de Ecología y Sistemática de Organismos Edáficos de la Universidad de Quintana Roo, y se tienen identificadas 224 especies, las cuales se agrupan en 59 familias y 161 géneros.

Los ácaros oribátidos constituyen el grupo más abundante y mejor representado en cuanto a número de individuos y de especies por muestra, tanto en la selva baja inundable como en la selva alta subperennifolia, sitios ambos donde la mayor abundancia se registró en los meses posteriores a los periodos de lluvia, como son octubre, noviembre, enero y febrero. Las familias de ácaros oribátidos mejor representadas, en cuanto a número de especies son: Oppiidae 16 spp., Phthiracaridae 13 spp., Gymnodamaeidae 10 spp., Trhypochthoniidae 11 spp., Lohmaniniidae 9 spp., Malaconothriidae 9 spp., Microzetidae 8 spp., y Nothridae 8 spp. (véase cuadro 1).

Origen y distribución de los ácaros oribátidos

La mayoría de las especies encontradas en Quintana Roo han sido descritas originalmente como de algún país de la región neotropical y citadas con anterioridad respecto a esta parte del mundo. Otras más presentan una distribución gondwaniana la cual incluye de nuevo a esta re-

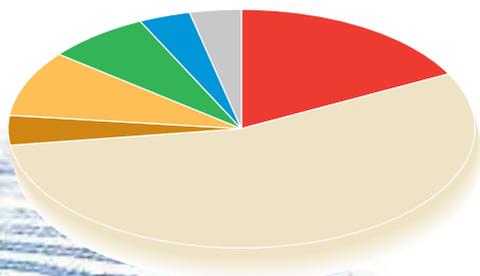


Figura 1. Distribución geográfica de las especies de ácaros oribátidos de Quintana Roo (porcentaje)

- Gondwaniana (17.41%)
- Neotropical (55.35%)
- Etiopie (4.01%)
- Holártica (8.92%)
- Oriental (7.14%)
- Pacífico (3.57%)
- Cosmopolita (3.57%)

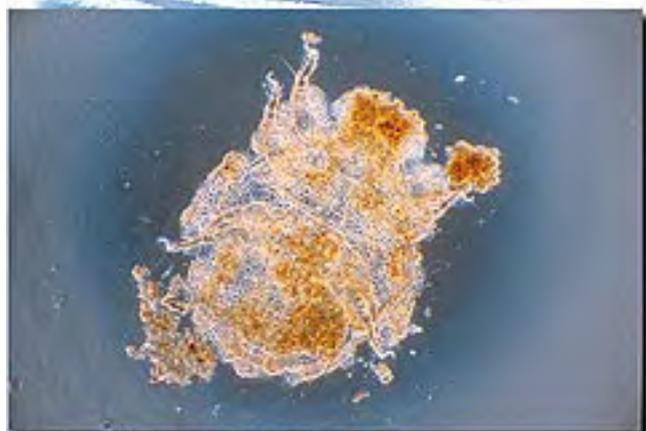
gión. El 55% de las especies ubicadas en este estado tiene una distribución neotropical; el 17.41% presenta una distribución gondwaniana, y el 8.92% ha sido citado para la región holártica, mientras que al 7.14% se le ha descrito y citado como de la oriental. Menos del 5% de las especies se han registrado y descrito para las regiones etiopie y Pacífico, y tan sólo el 3.57 de ellas presenta una distribución cosmopolita (véase fig. 1).

La colonización de la península de Yucatán por estos organismos ha dependido de varios factores como son su situación geográfica, su edad geológica, su clima, los recursos naturales del área, las corrientes de aire y agua, así como la habilidad que poseen para la dispersión y adaptación a nuevas condiciones ambientales. Así, el gran porcentaje de especies que presenta una distribución neotropical y gondwaniana, las cuales alcanzan juntas el 72.41% del total nos habla de que estos organismos debieron haber llegado a la península de Yucatán, en especial al área de Quintana Roo, provenientes de otro sitio del neotrópico y de los comprendidos en la Gondwana (Sudamérica, África y Oceanía). De acuerdo con Schatz (1998), la amplia distribución de algunos órdenes de oribátidos existentes en la actualidad pudiera indicar que son especies relictas de la Pangea, pues los ácaros de este tipo son un grupo muy antiguo. Los organismos fósiles más viejos de este grupo se corresponden al Devónico, citados por Norton *et al.*, 1988 y Krivolutsky *et al.*, 1990 en regiones cercanas a Nueva York y bosques de Siberia, respectivamente.

Cómo se da la dispersión de los ácaros oribátidos

Los medios de dispersión de los ácaros oribátidos han sido estudiados y discutidos por varios autores, entre ellos Jacot (1934), Hammer (1982), Bernini (1990), Schatz (1991 y 1998). La dispersión de los artrópodos sin alas ocurre mayormente sobre troncos o trozos de madera que flotan sobre la superficie del mar y que son llevados por las corrientes marinas. A lo largo de las costas de Panamá, Perú, Ecuador y Brasil, entre otros países, las fuertes tormentas lavan la hojarasca y las ramas de los árboles, acarreado todo su contenido a los mares; así los oribátidos llevados al mar a través de los ríos pueden sobrevivir durante un tiempo (Schuster, 1979).

Peck (1994) utilizó redes para coleccionar pleuston y epineuston



Phyllochthonius ca. aouti. La familia *Phyllochthoniidae* consta de un solo género y una especie de Etiopía; este es el primer registro de la familia para la región neotropical, incluyendo México.



Torpacarus callipygus. Especie de la familia *Lohmanniidae*, descrita originalmente como de Guatemala, que se registra por primera vez para México y Quintana Roo.

Cuadro 2
Estado del conocimiento sobre los ácaros oribátidos en México

Autor(es)	Fuente bibliográfica	Año	Núm. de especies
Balogh y Balogh, 1988	<i>The Soil Mites of the World. Oribatid Mites on Neotropical Región I</i>	1988	28 spp
Balogh y Balogh, 1990	<i>The Soil Mites of the World. Oribatid Mites on Neotropical Región II</i>	1990	
Palacios-Vargas, 1994	“Los ácaros oribátidos de México”, <i>Anales del Instituto de Biología de la UNAM</i>	1994	183 spp
Vázquez (en prensa), 1998	<i>Catálogo de los ácaros oribátidos de Quintana Roo</i> , Ed. Conabio-UQROO	1998	113 spp
Vázquez, 1998	Presente trabajo	1998	111 spp

en viajes en bote durante el fenómeno de El Niño en 1992, y pudo colectar entre otros numerosos artrópodos terrestres muchos oribátidos. Se obtuvieron 150 organismos, los cuales representaban 18 especies, y la mayoría de los especímenes fueron encontrados en materia orgánica flotando como ramas y hojarasca y otros directamente flotando en el mar. Peck (1994) asume que los organismos son llevados al mar por los ríos durante las épocas lluviosas, en especial en los periodos de El Niño, hipótesis fundamentada en las observaciones de que durante las etapas de sequía no se ha llegado a colectar organismo alguno flotando en el mar. Otra forma de transportación es por medio de las aves, pues muchas de ellas realizan grandes travesías entre las islas y entre éstas y los continentes. Uno de estos medios es con el material utilizado para la fabricación de sus nidos y otra entre sus plumas, donde se han encontrado sobre todo formas juveniles (Schatz, 1998).

Por último, también es necesario considerar la transportación humana, ya que a lo largo de la historia de la humanidad las migraciones que los distintos grupos han realizado a través de los continentes lo han hecho conjuntamente con sus mascotas y otros animales que los han acompañado, así como sus plantas, y ésta también es una forma muy importante en la colonización de las especies.

Los estudios sobre la fauna edáfica permitieron conocer la biodiversidad de microartrópodos, presente en los tipos de selvas tropicales de Quintana Roo, en especial el grupo de los ácaros oribátidos o cryptostigmata, y con los resultados obtenidos se incrementó en un 54.88% el número de especies conocidas de México. Palacios Vargas (1994), en su trabajo *Los ácaros oribátidos de México*, informa sobre 183 especies agrupadas en 132 géneros y 65 familias. De acuerdo con nuestros resultados,

actualmente se conocen tan sólo de Quintana Roo 224 especies agrupadas en 59 familias y 161 géneros (véase cuadro 2).

Las selvas tropicales de Quintana Roo presentan una gran biodiversidad (número de especies) que se espera sea aún mayor en virtud de la gran variedad de los ecosistemas del estado y que todavía no han sido analizados. Los estudios faunísticos permiten no sólo conocer cuántas especies diferentes se pueden encontrar en un área determinada, sino también evaluar el estado de conservación de nuestras selvas tropicales. 🌐

Bibliografía

- López-Ramos, E. “Estudio geológico de la península de Yucatán”, *Bol. Asoc. Mex. Geo. Petrol.*, 25 (1-3), 1974, pp. 25-76.
- Norton, R.; P. M., Bonamo; J. D., Grierson y W. M. Shear. “Oribatid Mites Fossils from a Terrestrial Devonian Deposit near Gilboa, New York State”, *J. Palentol.*, vol. 62. 1988, pp. 259-269.
- Palacios-Vargas, J. G., Los ácaros oribátidos de México. *Anales Inst. Biol. de la UNAM*, México, 1994, Ser. Zool., 65 (1), pp. 19-32.
- Schatz, H. “Oribatid Mites of the Galapagos Islands-Faunistics, Ecology and Speciation. Experimental & Applied Acarology”, 22, 1998, pp. 373-409.
- Vázquez, M. *Catálogo de los ácaros oribátidos de Quintana Roo*, México. Ed. Conabio-UQROO (en prensa).



Los sistemas de innovación

Pieza clave para la viabilidad de las naciones

JOSE LUIS GAZQUEZ

Estamos viviendo un momento en el mundo en que el conocimiento tiene un papel de gran magnitud en los procesos de generación de la riqueza social, lo cual se debe a la sorprendente fluidez del cambio en las estructuras productivas. La adaptación y constante transformación de las industrias, las nuevas fórmulas para organizar la producción y el consumo con mercados electrónicos e información en tiempo real, todo ello nos refiere a una dinámica que está animada y promueve los procesos de innovación.

Asistimos a una época nueva, cuando la fragmentación de los procesos productivos ha generado una particular división internacional del trabajo, con novedosos papeles económicos y retos genéricos para las naciones. En el caso mexicano este fenómeno es patente, pues en los últimos 10 años el país se ha convertido en un exportador neto de manufacturas. Por ejemplo, el dinamismo extraordinario de la industria textil resulta un indicio importante de los procesos económicos que están en curso.

Es necesario, ciertamente, observar que la enorme fluidez de los mercados financieros y la variabilidad en los procesos de localización industrial, así como la revolución de las comuni-

caciones imponen un carácter contradictorio a las formas como aparece representada la división internacional del trabajo. Así, la concentración de los procesos de investigación, desarrollo, diseño y comercialización en los países más ricos parece un dato constante, y de hecho, las economías más poderosas concentran en la rama de los servicios la mayor proporción de sus recursos y obtienen una parte cada vez más importante de su ingreso nacional.

Esto nos refiere a una situación en la que el conocimiento y el desarrollo de sus aplicaciones se transforma en valor y riqueza en un grupo pequeño de países. Respecto de tal fenómeno, los sistemas de innovación se erigen en pieza clave para la viabilidad de las naciones, pues podemos reconocer un escenario donde el control y la capacidad de difusión del conocimiento, al interior de cada sociedad, constituye un indicador en su crecimiento potencial y expresa su poderío frente al resto del mundo.

En una lógica internacional de dominación y hegemonía, fortalecer la independencia implica fomentar la educación, así como ampliar los espacios de difusión del conocimiento y, en particular, mejorar y acrecentar la calidad de los servicios educativos que las universidades prestan a la sociedad. Como resultado de esta situación, para nuestro país resulta fundamen-



Palabras del rector general de la Universidad Autónoma Metropolitana, doctor José Luis Gázquez Mateos, en la inauguración del Seminario Internacional denominado Los Sistemas de Innovación en Desarrollo. México en el Contexto Global, celebrado en el auditorio de la Rectoría general de esta casa de estudios el 22 de noviembre de 1999.

tal conformar sistemas de innovación más eficientes que permitan alcanzar mejores niveles de productividad y generación de riqueza, como condición de viabilidad pero, sobre todo, evitar las enormes desigualdades y la pobreza que caracterizan a nuestra sociedad.

El conocimiento, su generación y transmisión constituyen el punto toral de cualquier estrategia que se proponga para conformar sistemas de innovación verdaderamente competitivos. Las instituciones responsables de la educación pública tienen la gran responsabilidad de responder con plena eficacia a estos retos, pero es tarea del Estado y la sociedad garantizar las condiciones para que esto se cumpla. En primer término, la capacidad de innovación de una sociedad está vinculada con la educación de su población, porque ello permite que la fuerza de trabajo pueda alcanzar perfiles adecuados.

La capacitación en las destrezas y competencias de la fuerza de trabajo no es responsabilidad de las instituciones de educación, sino de las empresas; en cambio, sí lo es de las instituciones de enseñanza en cuanto a dotar a las personas de las mejores herramientas para el aprendizaje, lo cual implica el desarrollo de las habilidades y capacidades de los sujetos para lograr su mejor formación ética y profesional. Por lo anterior, es necesario que el Estado y la sociedad asuman un nuevo

compromiso con la educación en todos sus niveles, a fin de asegurar que cada persona tenga la posibilidad de desplegar plenamente sus potencialidades como ciudadano, actor social y agente productivo.

En lo que toca a las universidades, éstas deben reconocer en la formación de profesionales los nuevos requerimientos, pues sin lugar a dudas, es importante formar profesionistas cultos en licenciatura y posgrado; es decir, que la educación que prestan las universidades mantenga un doble propósito, por una parte, habilitar profesionistas que reúnan las más altas destrezas en sus disciplinas y, por la otra, formar personas cultas, que compartan un universo de valores, participen en la construcción de la vida social y colaboren con el bienestar colectivo.

La universidad ha de responder a la necesidad de nuevos perfiles en la formación profesional de licenciatura y posgrado. Reconocemos que hacen falta profesionales capaces de trabajar en grupos inter y multidisciplinarios, que sean flexibles para enfrentarse a problemas de diversa naturaleza, listos para intercambiar valores con otras culturas y para comprender problemáticas ajenas a su vida inmediata. En síntesis, se necesitan profesionales preparados para generar conocimientos y afrontar problemas novedosos, y para alcanzar estos objetivos es-

tamos orientando nuestros esfuerzos y habremos de enfocar nuestros recursos en el futuro.

El papel de los posgrados en la formación de los perfiles profesionales que requiere un sistema adecuado de innovación resulta central, tanto para la habilitación de especialistas del más alto nivel como para el entrenamiento de investigadores. Esto nos lleva a considerar las responsabilidades de la universidad en materia de investigación. Sin lugar a dudas, el posgrado ha de sustentarse en tareas y estudios con los que cobre sentido y pleno alcance. Los programas de posgrado han de estar plenamente vinculados con líneas específicas de investigación, que nutran su desarrollo y retroalimenten de manera constante sus contenidos y orientaciones.

Esta forma de operación es responsabilidad de las instituciones de educación superior (IES), pero es necesario que la sociedad y el Estado mantengan mecanismos de apoyo que les den efectiva viabilidad. Por ello, resulta imperativo que las políticas de apoyo al posgrado tengan cada vez más en cuenta el financiamiento de la investigación que los soporta, el cual no puede ser únicamente una responsabilidad del Estado; la sociedad debe mantener un papel más activo y responsable, en particular los sectores productivos que establecen un primer espacio de vinculación entre las industrias y la universidad, y es tarea de los empresarios distinguir los sectores estratégicos para sus actividades y establecer mecanismos adecuados para su fomento en la formación de estudiantes de posgrado, tomando en cuenta perspectivas que reconozcan la diversidad de instituciones y permitan el mejor aprovechamiento de potencialidades hoy dispersas.

En el mismo sentido, el papel de la investigación que se realiza en las universidades constituye un elemento significativo de los sistemas de innovación, pues en ellas ésta se rige por los objetivos de la atención a las necesidades nacionales y el valor del conocimiento científico y humanístico, para el desarrollo de la persona humana, en la dimensión fundamental de la libertad. Ello no implica que se consideren las actividades de investigación como fenómenos desvinculados de las aplicaciones del conocimiento en los procesos productivos. Por el contrario, reconocemos en el conocimiento un factor que sirve directamente para el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

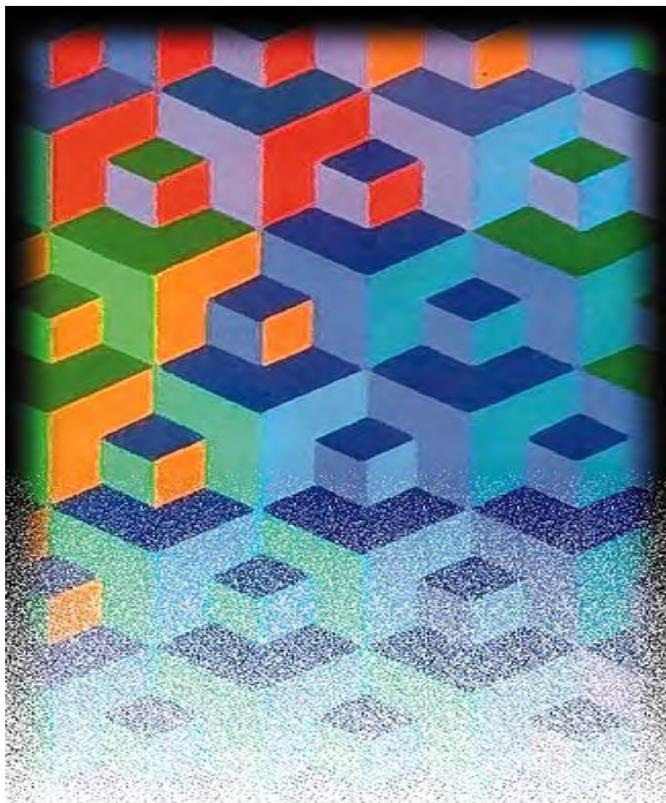
El cultivo del saber que se realiza en la universidad no resulta un objetivo en sí mismo; constituye una fuente de nuevas habilidades y bienes cuyo valor trasciende la aventura del conocimiento y tiene efecto directo en la colectividad. Así, observamos un doble ámbito en que dicho conocimiento tiene impacto en las formas como se desenvuelve la vida social. Es el valor que colabora con la mejor comprensión del mundo y, cuando se apropian de él los sectores productivos, se transforma en riqueza que debe servir para el bienestar del individuo y de la comunidad.

Las tareas de investigación que se realizan en las IES son trascendentales para los procesos de innovación en el mundo, en la medida en que contribuyen al progreso de la ciencia y sirven al desarrollo del conocimiento, pero son los actores productivos quienes transforman este conocimiento en parte estratégica del capital de sus empresas.

Dadas las condiciones de la comunicación científica, en especial la difusión de resultados y el carácter público del conocimiento, y al carecer de fronteras los mecanismos de interacción de las comunidades científicas, el saber que se cultiva en las universidades puede ser acumulado indistinta y globalmente por los actores productivos. De hecho así ocurre, y quien tiene mayor capacidad para hacer suyo, acumular y transformar el conocimiento está realizando un proceso de apropiación del valor generado con las inversiones de la sociedad. Cabe señalar que de forma perversa nuestra nación no recibe el conjunto de los beneficios de las actividades que ella misma promueve y financia.

Lo anterior nos obliga a reconocer que requerimos de mecanismos adecuados para que la sociedad mexicana obtenga completo aprovechamiento de los procesos de apropiación del saber y su transformación productiva. Por ello, es responsabilidad del Estado promover la constitución de sistemas efectivos de innovación, pues sólo por medio de ellos el país puede lograr una apropiación real y plena de la riqueza que se genera mediante el cultivo del conocimiento. Esto supone el establecimiento de vínculos más eficientes de comunicación entre los sectores productivos y la comunidad científica que labora en las universidades y, ciertamente, en la participación en el financiamiento de las actividades de investigación.

El entrelazamiento financiero permitirá a los actores pro-



ductivos conformar encadenamientos entre las necesidades de los procesos de producción de bienes y servicios y las tareas de investigación, ya que se observará el vínculo entre la rentabilidad de la investigación dentro de la perspectiva de las inversiones de las empresas en tareas de innovación. Establecer estos vínculos entre la investigación universitaria y las actividades productivas con objeto de fortalecer los sistemas de innovación implica que los actores productivos reconozcan, dentro de sus estrategias de desarrollo, áreas específicas y ámbitos de interés en los que la investigación desempeñe un papel.

Cuestiones como la localización industrial, la disponibilidad de recursos y los costos de la administración de las competencias industriales pueden constituir elementos de la racionalidad

con que el sector productivo se aproxime a las instituciones y promueva la colaboración. Además, un marco de políticas públicas adecuadas puede tener una función estratégica en el fomento y la promoción de tales líneas de acción por parte del sector productivo, pero es necesario tener presentes los límites de dichas políticas para generar actitudes y comportamientos que primero han de ser valorados y reconocidos como importantes por quienes serían los interesados y primeros beneficiarios, así como formas de que la acción institucional encuentre su límite en las estrategias sociales con que se participa en la producción de bienes y servicios y se compite por los mercados.

En el marco de las consideraciones anteriores es ineludible observar que la construcción de sistemas eficaces de innovación en México supone una enérgica acción del Estado, la asignación de grandes cantidades de recursos públicos y el compromiso de largo plazo para la realización de programas de desarrollo que se sitúen más allá de las coyunturas políticas.

Por último, desde la perspectiva mexicana, tenemos la obligación de considerar las consecuencias desestructurantes que un acelerado proceso de innovación puede implicar para la colectividad. Vivimos en una sociedad heterogénea donde prevalece la desigualdad en todas sus formas, y la pobreza es el rasgo más característico de una parte significativa de la población. En estas condiciones, el fomento de sistemas de innovación puede tener como consecuencia mayor heterogeneidad y fragmentación social.

El progreso productivo y el crecimiento industrial son fenómenos localizados regionalmente, y tenemos la responsabilidad de cuidar de que las políticas, las estrategias y los recursos beneficien los niveles de vida de la población de forma efectiva y directa en una lógica que reconozca las necesidades locales. De otro modo, se fomentará una distancia mayor entre el México moderno capaz de competir en el plano internacional y el México de la pobreza que vive condiciones inaceptables. De continuar la inercia actual, en el futuro próximo habremos de enfrentarnos a una nueva heterogeneidad social que habrá de estar fomentada por las fórmulas de asignación de recursos. Heterogeneidad construida desde la perspectiva de la capacidad de generación y apropiación del conocimiento nuevo, así como por el acceso de las nuevas tecnologías. ●



La importancia de la formación de doctores en México

SYLVIA B. ORTEGA SALAZAR, OSCAR M. GONZALEZ CUEVAS Y CLAUDIA N. GONZALEZ BRAMBILA

1. Introducción y objetivos

En México se ha considerado importante impulsar los programas de formación de doctores, y en general los de posgrado, por dos razones principales. La primera es que se tiene la convicción de que a mayor desarrollo de este nivel, mejor puede ser la calidad de los otros niveles del sistema de educación superior. La segunda es que se desea promover el desarrollo científico y tecnológico del país, y para ello se requiere, como apoyo, de la existencia de un intenso programa de formación de posgraduados, en especial de doctores.

El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia mexicana en los programas de impulso al posgrado, y para ello se describen brevemente las características del sistema de educación superior y del de ciencia y tecnología, y se presenta la vinculación de estos sistemas con los programas de posgrado, poniendo énfasis en los de formación de doctores. Se presentan las principales características de los programas nacionales y los mecanismos de evaluación de la calidad exigida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), mostrando como ejemplo la última evaluación de los posgrados en ingeniería, y al final se hacen recomendaciones sobre la continuidad de algunas políticas e implantación de otras que se consideran importantes para mejorar la situación de la educación superior y de la investigación en el país.

Se incluye una descripción de algunos programas ampliamente difundidos y conocidos en México, con objeto de que el trabajo pueda ser utilizado por investigadores de otros países, que laboran sobre el tema de los sistemas comparados de educación superior.

2. El sistema de educación superior

Desde el punto de vista de las características de los programas, el sistema de educación superior en México se divide en tres subsistemas, el universitario, el tecnológico y el de formación de profesores de educación básica y media, llamado de educación normal, y desde el punto de vista de su financiamiento, existen dos subsistemas, el de edu-

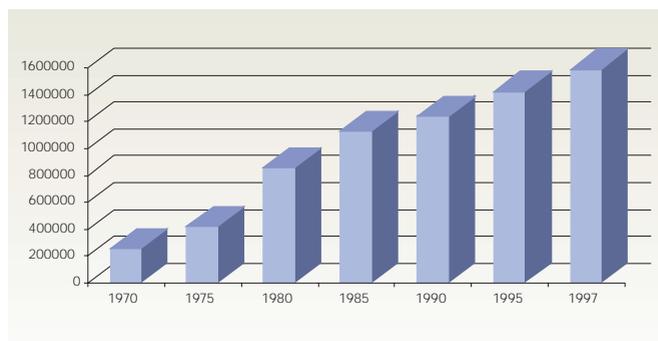


Figura 2. Población escolar de educación superior, 1970-1997

cación pública y el de educación privada. Además, de acuerdo con el nivel, se tienen los estudios de licenciatura y los de posgrado, que a su vez pueden ser de especialización, maestría y doctorado, dependiendo tanto del número de créditos, es decir, de su extensión, como del enfoque a la práctica o a la investigación.

El sistema universitario es mayor que el tecnológico y el de educación normal, como puede verse en las figuras 1a, 1b y 1c (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior-ANUIES, 1970-1997). Cabe aclarar que en el sistema universitario también se enseñan carreras técnicas o de ingeniería, y que el sistema público es mayor que el privado en cuanto a alumnos atendidos, aunque existe mayor número de instituciones privadas que públicas, como se aprecia en la misma figura, y el sistema de posgrado es todavía relativamente pequeño como se mostrará con detalle más adelante.

A partir de principios de la década de los setenta, el sistema de educación superior en México, como en otros países de América Latina, creció vertiginosamente. De una matrícula total de 250 mil alumnos en 1970, pasó a 1 727 000 en 1998, pero como puede verse en la figura 2, el crecimiento no ha sido uniforme (ANUIES, 1970-1997). Fue mayor entre 1970 y 1986, y a partir de entonces el ritmo decreció de modo notable, debido en buena parte a las sucesivas crisis económicas que ha padecido el país. A pesar del crecimiento acelerado de una época, el porcentaje de la cohorte de 20 a 24 años de edad, matriculado en el sistema de educación superior, es todavía relativamente pequeño, 15%, menor al de otros países de América Latina de similar desarrollo.

Por lo que se refiere a la distribución de alumnos por área de conocimiento, en la figura 3 puede verse que hay una concentración muy considerable en el área de ciencias sociales y administrativas –más de la mitad de la matrícula total. Esta figura se refiere a alumnos de nivel de licenciatura únicamente.

En cuanto al subsistema de estudios de posgrado, éste es relativamente pequeño en México, pues en 1997 había 87 700 alumnos inscritos, lo que representa el 5.5% de la matrícula

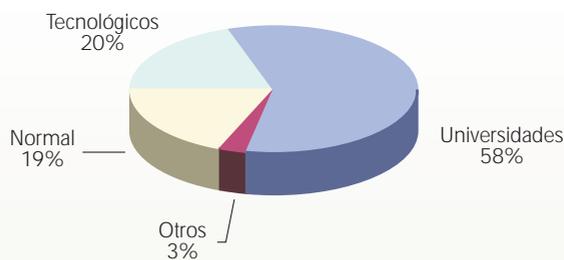


Figura 1a. Sistema de educación superior en México

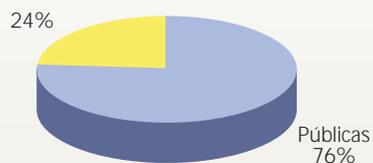


Figura 1b. Población escolar en educación superior, por tipo de institución, 1997

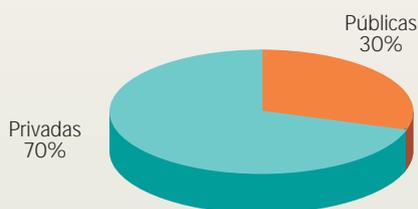


Figura 1c. Distribución por tipo de institución en el sistema de educación superior

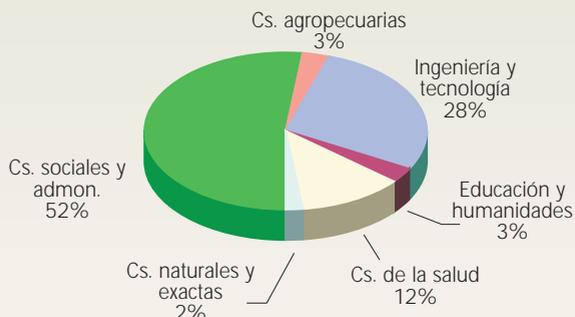


Figura 3. Matriculación de licenciatura por área del conocimiento

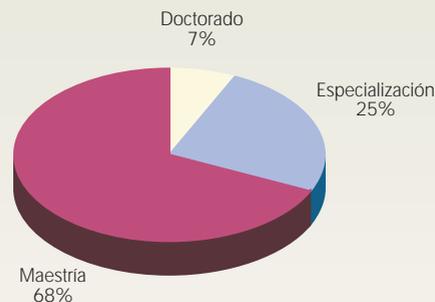


Figura 5. Matriculación de posgrado por nivel

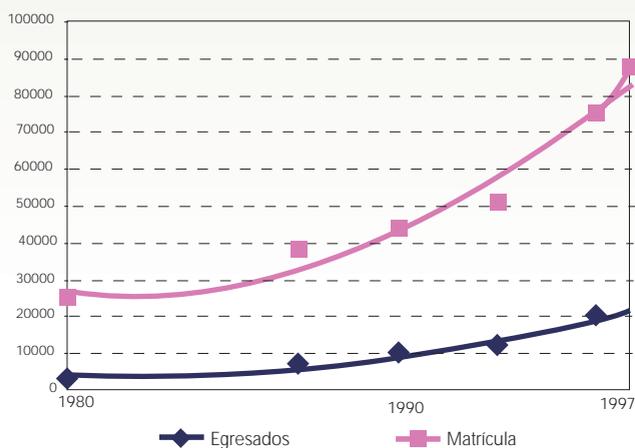


Figura 4. Matriculación en estudios de posgrado

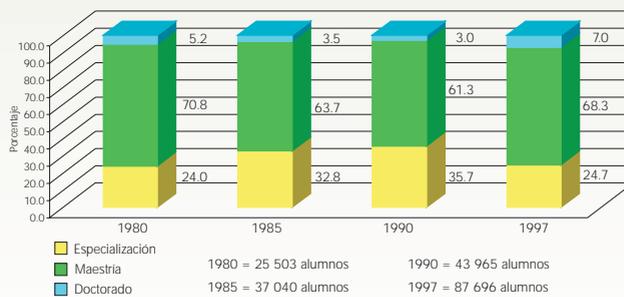


Figura 6. Evolución de la población de posgrado, 1980-1997

en el nivel de licenciatura. En la figura 4 se muestra el crecimiento a partir de 1980 y se aprecia un repunte en 1993 ó 1994, quizá como consecuencia de la crisis económica y la reducción de puestos de trabajo para profesionales en el mercado laboral. En la misma figura puede verse uno de los problemas más serios del subsistema de posgrado, la baja eficiencia terminal, pues el número de egresados es menor a la cuarta parte del número de alumnos inscritos, y debe tomarse en cuenta que la cifra de quienes han obtenido el grado es menor que la de egresados, ya que estos últimos se definen como los que han completado los créditos, aunque no hayan presentado la tesis de grado.

La distribución de alumnos de posgrado en los niveles de especialización, maestría y doctorado, correspondiente a 1997, se muestra en la figura 5. Los estudios de especialización se refieren a cursos enfocados a la preparación avanzada de profesionales para la práctica de las carreras, pero tienen pocos contenidos orientados a la investigación. Su duración es normalmente de un año, excepto en medicina, en la que son más largos y en la que hay mayor número de alumnos. Los cursos

de maestría tienen una duración de año y medio a dos años, y algunos están orientados a la práctica profesional y otros, a la investigación; los primeros son de naturaleza terminal y los segundos pueden ser terminales o servir como preparación para continuar con el doctorado. En la mayoría de los cursos de maestría se exige la elaboración de una tesis de grado. Los cursos de doctorado tienen una duración nominal de tres a cuatro años después de la maestría, pero la duración real es sustancialmente mayor. Todos los programas de doctorado están orientados a la investigación, aunque en la mayoría de los programas se imparten algunos cursos complementarios al trabajo de investigación de los alumnos. Una característica sobresaliente del subsistema de posgrado en México, que puede verse en la figura 5, es el reducido número de alumnos en programas de doctorado.

El doctorado representa el más alto rango de preparación profesional y académica del sistema educativo nacional (definición de la ANUIES). Un hecho positivo es que el porcentaje de alumnos en programas de doctorado ha venido en aumento en los últimos años, como puede verse en la figura 6. Sin embargo, el número de graduados en programas de doctorado es muy pequeño en comparación con el de otros países. En el cuadro 1 se muestra una comparación del número de doctores graduados en diversos países durante los años de 1994 y 1995 (RICYT, 1998), y se puede ver claramente que México está muy por debajo de países de desarrollo similar, no se diga de los países de mayor desarrollo.

Cuadro 1

Comparación del número de graduados en programas de doctorado en varios países

PAIS	1994	1995
Brasil	2 039	2 492
Canadá	3 535	n.d.
Cuba	127	136
Ecuador	n.d.	847
España	5 157	5 623
Estados Unidos	40 500*	41 500*
México	488	519
Paraguay	155	158
Portugal	n.d.	566
Uruguay	972	803

*Valores extrapolados, n.d. (no disponible)

La distribución de los alumnos de posgrado por áreas de conocimiento se ilustra en la figura 7, y si se compara ésta con la figura 3 puede verse que la distribución por áreas de conocimiento es diferente en licenciatura que en posgrado. La participación de las ingenierías en posgrado es la mitad que en licenciatura, mientras que la de ciencias naturales y exactas es tres veces mayor, y la de educación y humanidades, seis veces mayor. Recientemente se implantó una política en el Conacyt para dar prioridad a los ingenieros que solicitan becas a estudios de posgrado, la cual se comenta con detalle más adelante.

Otra característica de los estudios de posgrado que se desea apuntar es el tamaño de los programas. En 1997 había 2 960 en todo el país para atender la matrícula mencionada de 87 700 alumnos, y así, el promedio por programa resulta de 30 alumnos; además hay unos pocos programas grandes, pues la mayoría son muy pequeños.

El rápido crecimiento del sistema de educación superior en México en el nivel de licenciatura implicó necesariamente algún descuido en la calidad de los programas, y sobre todo fue crítica la carencia de personal académico con experiencia y formación de posgrado para constituir los cuerpos académicos de

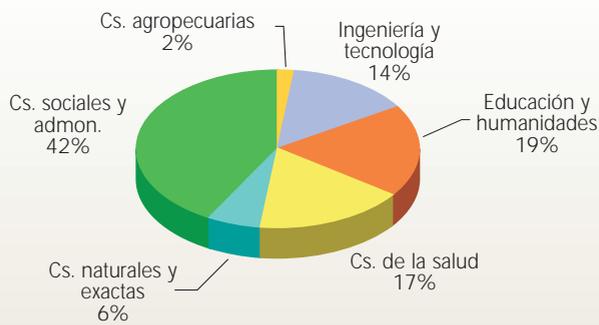


Figura 7. Matrícula de posgrado por área del conocimiento

las nuevas universidades que se construían o para contener con el crecimiento de las ya existentes; por eso, al estabilizarse el crecimiento, la preocupación se ha enfocado a mejorar la calidad del sistema. Son dos las principales estrategias para lograr este mejoramiento, el desarrollo de programas de evaluación y acreditación, y el de programas para elevar la capacidad del personal académico mediante estudios de posgrado. La primera ha sido presentada y analizada en numerosos foros y publicaciones, por lo que sólo aparecen en la siguiente sección las recomendaciones que han surgido de las evaluaciones del sistema, y en la Sección 4 se comenta la segunda estrategia.

3. Principales recomendaciones de los programas de evaluación

Uno de los resultados más importantes de los ejercicios de evaluación es el de recomendar que se eleven los niveles de formación del personal académico de las instituciones, mediante estudios de posgrado. Se estima que las funciones de docencia tendrán mejor calidad si son realizadas por profesores con el grado más alto de formación académica y que las funciones de investigación, que en pocas instituciones del país han alcanzado un desarrollo satisfactorio, requieren necesariamente de profesores formados en ambientes académicos de investigación, realizando estudios de posgrado, de preferencia doctorados.

Para ubicar la importancia de esta recomendación conviene tener en cuenta las características del personal académico de las instituciones mexicanas de educación superior. Existe un total de 133 600 profesores en programas de licenciatura (datos de 1996, que son los últimos disponibles), distribuidos en 38 500 de tiempo completo; 11 300 de medio tiempo y 83 800 de contratación por horas, y sólo el 29% es por lo tanto de tiempo completo, porcentaje que era mucho menor hace pocos años. De los profesores de tiempo completo mencionados, 2 330 tienen doctorado (6%), 9 400, maestría (24%) y 2 370 una especialización (6%). Si se comparan los profesores de tiempo completo con doctorado contra el total de profesores en programas de licenciatura, resulta que sólo el 1.7% tiene doctorado. En las figuras 8a y 8b se ilustran estas cifras (ANUIES, 1970-1997).

Con el fin de elevar el número de profesores con posgrado,

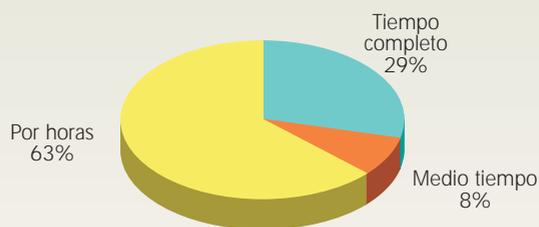


Figura 8a. Tipo de contratación en el profesorado universitario



Figura 8b. Nivel de estudios del profesorado universitario de tiempo completo

las instituciones de educación superior han promovido que quienes ya forman parte de su planta académica realicen estos estudios en el país o en el extranjero, apoyándose en los sistemas de becas disponibles. Uno de estos sistemas, el más antiguo, es el del Conacyt que se describe en la Sección 7.1 de este artículo, y que está abierto a todos los egresados de las instituciones mexicanas. Recientemente se han establecido otros dos sistemas exclusivos para profesores, financiados y operados por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la ANUIES. Estos dos programas se describen a continuación.

4. Programas de posgrado para profesores

4.1. Programa de Mejoramiento del Profesorado en las instituciones de educación superior (Promep)

Este programa se inició en el año de 1997 con el objetivo general de “Mejorar sustancialmente la formación, la dedicación y el desempeño de los cuerpos académicos de las instituciones de educación superior como un medio para elevar [su] calidad.” En cuanto se refiere al mejoramiento de la formación, promueve que los profesores en ejercicio, sobre todo los de tiempo completo, realicen estudios de posgrado, y en la justificación de este programa se establece que dichos profesores deben tener una formación que los capacite y habilite para el conjunto de las funciones académicas que les competen. Lo anterior implica profundizar sus conocimientos en un nivel superior al que imparten, estableciéndose que la formación completa ideal es el doctorado, que capacita plenamente para las funciones académicas (SEP, ANUIES, Conacyt, 1996).

Para facilitar que los profesores realicen estudios de posgrado, el Promep les ofrece becas que les permiten dedicarse a

ellos durante un tiempo, y a las instituciones les ofrece apoyo económico para que puedan sustituir al profesor con otro de tiempo parcial para cubrir las funciones docentes. Se anima a los profesores a que en una primera opción estudien en los programas acreditados en el Padrón de Excelencia del Conacyt (véase Sección 8), a los cuales se reconoce como un referente de calidad, o en otros similares del extranjero. Sin embargo, muchos profesores en ejercicio, por su edad o por compromisos familiares, no pueden cumplir con el requisito de residencia que se exige en la mayoría de estos programas para asegurar un ambiente académico estimulante, por ello, el Promep apoya otra opción denominada Programas Especiales que se presenta a continuación.

Los programas especiales de posgrado pueden ser en el nivel de doctorado, de maestría o de especialidad. Los doctorados se centran en habilitar a los profesores para la enseñanza, la generación del conocimiento y su aplicación innovativa; las maestrías se orientan a que los profesores dominen los conocimientos de frontera en su campo o disciplina y a que se habiliten para la enseñanza y aplicación del conocimiento, y las especialidades se destinan a los profesores que no pueden cursar doctorados o maestrías y tienen como objetivo que profundicen sus conocimientos en las disciplinas que imparten y se habiliten en tareas de desarrollo docente y gestión académica. Para compensar la inexistencia del requisito de permanencia completa en la sede del programa se exige que el alumno se dedique de tiempo completo, que mantenga contacto estrecho con sus profesores y tutores y, en general, que observe el mismo rigor que en los programas del Padrón de Excelencia.

Estos programas nuevos los crean las instituciones que desean recibir apoyos del Promep para ellas o para sus profesores, y pueden ser presentados y operados por varios centros de enseñanza (programas multiinstitucionales) o con participación de instituciones del extranjero. En esta última opción, el grado lo puede otorgar la institución extranjera o la mexicana y se alienta la participación de cotutores de la institución mexicana.

Las metas globales del Promep son ambiciosas. Se pretende que en el año 2006 el 22% de los profesores de tiempo completo tenga doctorado y el resto, maestría o especialización docente. Como se mencionó antes, actualmente sólo el 6% tiene doctorado y el 30% maestría o especialización. Algunos analistas

opinan que un salto tan grande, sobre todo en el número de doctorados, puede conducir a un deterioro de los niveles de calidad y a un abaratamiento de los grados que se otorguen con tal de cumplir con las metas. Se ha señalado, por ejemplo, que en el sistema de educación de los Estados Unidos tomó 30 años, –de 1947 a 1977– pasar de 38% a 61%, menos del doble, y eso que se tenía una base de partida mucho más sólida (Bowen y Schuster, 1986).

4.2. Programa de Superación del Personal Académico (Supera)

Este programa es similar al anterior y sus objetivos son parecidos. Se inició en el año de 1994 por la ANUIES y también ofrece becas para profesores en ejercicio. Hubo convocatorias en 1994, 1995, 1996 y 1998, pero en 1997 se interrumpió. No obstante como ya tiene una historia más larga, ha permitido observar las posibilidades de este tipo de programas.

Se han otorgado hasta la fecha 1 489 becas a profesores de 86 instituciones diferentes, y pueden ser para los tres tipos de posgrado existentes en México ya comentados, especialización, maestría y doctorado. Los solicitantes escogen el tipo de programa, pero la gran mayoría se inclina por la maestría, como puede verse en la figura 9, en la que se aprecia que el porcentaje correspondiente es de 70%. Sin embargo, también puede observarse que el 27% de los becarios ha optado por el nivel de doctorado, cifra alentadora, pues de todos los alumnos de posgrado del país, sólo el 7% está inscrito en programas de este nivel, como antes se mencionó. Eso quiere decir que entre los profesores hay un interés mucho mayor por el doctorado que entre los profesionales en general, y podría decirse que esto es natural, pero la diferencia no deja de ser importante.

Otros datos interesantes son el de la edad de los profesores que obtienen beca y su antigüedad en las instituciones (véanse figs. 10 y 11). Aproximadamente el 75% de los alumnos-profesores está entre los 35 y 49 años de edad, y más del 10% rebasa los 50 años. Por entusiasmo, no estamos mal. En cuanto a su antigüedad en la institución, la del 60% de los profesores es mayor a los 10 años –el programa exige una antigüedad mínima de cinco años para poder aspirar a las becas.

De los 1 489 becarios que ha habido desde 1994, se han

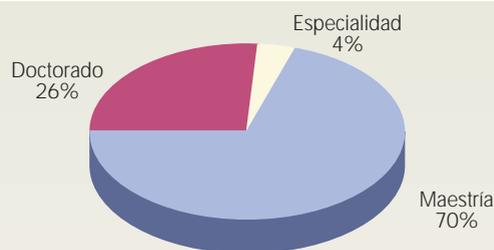


Figura 9. Distribución de becarios Supera, por grado

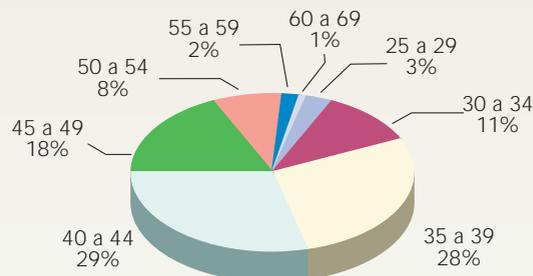


Figura 10. Rangos de edad de becarios Supera

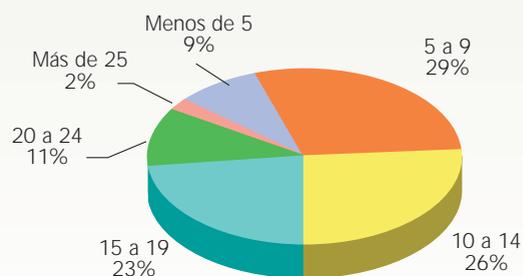


Figura 11. Tiempo de antigüedad como profesores de los becarios Supera

graduado 502, pero el programa es joven y hay muchos alumnos que aún no han terminado y están trabajando en sus tesis; sin embargo, se estima que cerca de la tercera parte tiene avances académicos mínimos, proporción bastante alta si se considera que todos estos alumnos han recibido beca para dedicarse de tiempo completo a los estudios.

5. El Sistema de Ciencia y Tecnología¹

Por Sistema de Ciencia y Tecnología se entenderá, en este trabajo, el conjunto de instituciones que realizan actividades de investigación y desarrollo, las cuales se pueden clasificar de la siguiente manera.

5.1. Instituciones de educación superior

Las universidades públicas son las que llevan a cabo la mayor parte de las investigaciones correspondientes a este sector. Destaca la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que cuenta con una planta aproximada de 3 000 investigadores en prácticamente todos los campos de las

ciencias y las humanidades, y por su estructura organizativa, las investigaciones se realizan sobre todo en los institutos, separados de las escuelas y facultades. El Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) es una excelente institución con estudios de posgrado únicamente, que cubren sobre todo áreas científicas y tecnológicas, cuya planta es de cerca de 520 investigadores de gran prestigio, y es la institución con el mayor porcentaje de miembros en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).² Está vinculada al Instituto Politécnico Nacional (IPN), en cuyo campus principal tiene su sede central. Sigue en importancia la Universidad Autónoma Metropolitana, que tiene una estructura departamental diferente a la de la UNAM, en la que se combinan la docencia y la investigación. En las universidades estatales y en los institutos tecnológicos que dependen de la SEP se realiza poca investigación, pues esta tarea y el desarrollo no forman parte importante de las actividades de los profesores de las universidades privadas, excepción hecha de los servicios tecnológicos propuestos a las empresas por algunas de ellas, como el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Iberoamericana (UIA), (OCDE, 1994).

5.2. Centros SEP-Conacyt

Existen un conjunto de 27 institutos financiados por la SEP y coordinados por el Conacyt, que realizan investigación en varias áreas del conocimiento, nueve en ciencias naturales, nueve en ciencias sociales y humanidades y nueve en desarrollo tecnológico y servicios técnicos a las industrias. Algunos ofrecen estudios de posgrado y, entre todos, tienen aproximadamente 2 500 investigadores, con un buen porcentaje en el SNI, lo que los sitúa después de la UNAM en cuanto a su número. La mayor parte de estos centros –21– está fuera de la ciudad de México. Los centros enfocados a la tecnología obtienen ya una buena parte de sus recursos con servicios que prestan a las empresas y con desarrollos tecnológicos que realizan bajo contrato.

5.3. Centros sectoriales de investigación y desarrollo

Son institutos de investigación financiados por organismos del sector público, ya sea directamente o por medio de contratos para realizar trabajos de su interés. Tam-

bién obtienen parte de sus ingresos del sector privado, y algunos de los más importantes son los siguientes: el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), que cuenta con cerca de mil científicos e ingenieros y con uno de los más altos números de patentes en México; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con 1 500 científicos e ingenieros y 81 campos experimentales en todo el país, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), con 800 científicos e ingenieros; el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

5.4. Empresas privadas

Existen pocas empresas que destinen recursos para actividades de investigación y desarrollo y muchas no llevan registros detallados de sus inversiones en estos campos. Algunos de los grupos industriales que destacan por su interés en la investigación y el desarrollo son el Grupo DESC y el Grupo GIRSA, que invierten aproximadamente el 4% de su volumen neto de negocios en estas actividades.

5.5. Instituciones sin fines lucrativos

Hay algunas instituciones relativamente pequeñas, que realizan investigaciones financiadas por organismos nacionales e internacionales, cuya contribución es valiosa pero limitada en la mayoría de los casos. Un ejemplo es la Fundación Javier Barros Sierra, que lleva a cabo estudios de prospectiva e investigaciones sobre ingeniería sísmica.

6. Algunos indicadores del desarrollo de la ciencia y la tecnología en México

6.1. Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)

En el cuadro 1 se muestra el gasto en investigación y desarrollo experimental en el año de 1995, último del que se tienen datos procesados (SEP-Conacyt, 1996). Se indica de dónde provino el financiamiento y qué sector realizó la investigación. Las cifras se muestran en dólares al tipo de cambio de diciembre de 1995.

Se puede ver que la mayor parte del financiamiento proviene del sector gubernamental y aunque la participación del

Cuadro 1. Gasto en investigación y desarrollo experimental en México, 1995

Millones de dólares de 1995

Sector de financiamiento	Sector de ejecución				
	Productivo	Privado no lucrativo	Gobierno	Educación superior	Total financiado
Productivo ¹	140.12	0.56	9.57	5.55	155.79
Privado no lucrativo	0.55	1.50	6.11	1.92	10.06
Gobierno	5.06	0.31	262.70	116.17	384.25
Fondos del gobierno a IES públicas	0.00	0.00	0.00	202.13	202.13
Educación superior	0.01	0.09	1.25	72.58	74.05
Exterior	38.01	1.28	12.81	7.62	59.71
Total ejecutado	183.86	3.74	292.43	405.97	885.99

¹ Incluye el sector paraestatal.

sector productivo es importante –20.8%–, hay que notar que las empresas paraestatales están incluidas en este sector. Dentro de estas empresas se encuentran, por ejemplo, Petróleos Mexicanos (Pemex) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que financian buena parte de la investigación que se lleva a cabo en los centros sectoriales de investigación y desarrollo mencionados en la sección 5.3., específicamente el IMP y el IIE. Por la misma razón, el sector productivo ejecuta buena parte de la investigación –20.7%. Las cifras que corresponderían al sector productivo privado resultarían mucho menores, pero no pudieron obtenerse.

La mayor parte de la investigación se lleva a cabo en las universidades, especialmente en las públicas, como ya se mencionó. Los centros SEP-Conacyt aparecen dentro del sector de ejecución del gobierno y realizan casi todas las investigaciones correspondientes a esta columna.

El gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) de 1993 a 1995 se muestra en la figura 12, y aunque ha venido creciendo, es relativamente bajo. El promedio en los países miembros de la OCDE es 2.14%.

6.2. Personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo experimental (IDE)

En la figura 13 se muestra el personal dedicado a estas actividades en los años de 1993 y 1995, clasificado según el tipo de labores que realiza. En 1995 había 19 434 investigadores, 6 675 técnicos y 7 188 auxiliares. En 1995, el 82% del personal dedicado a actividades de IDE lo hizo en el campo de las ciencias naturales y la ingeniería, y el 18% restante en las ciencias sociales y las humanidades (SEP-Conacyt, 1996). Este indicador tampoco es favorable, pues resultaron cinco investigadores por cada 10 mil integrantes de la población económicamente activa (PEA) en ese año, cuando en los Estados Unidos había 74, en Suecia 68 y en Francia 59.

En cuanto al grado máximo de estudios, sólo el 16% del per-

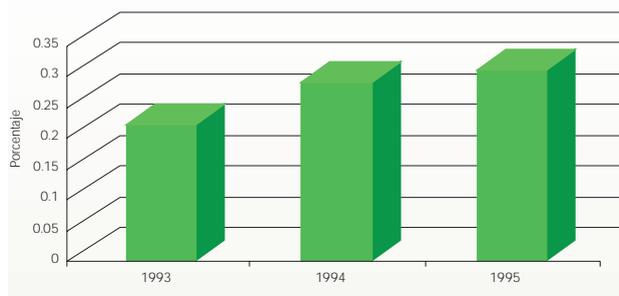


Figura 12. Participación del GIDE en el PIB, 1993-1995

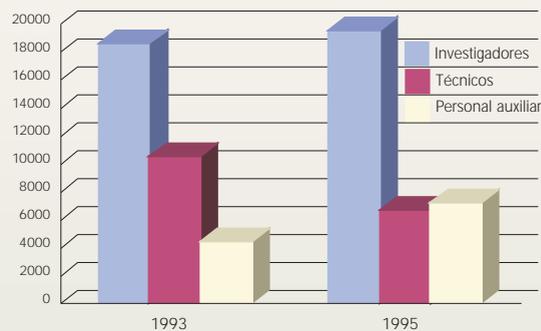


Figura 13. Personal dedicado a IDE

sonal dedicado a actividades de IDE tenía en 1995 el grado de doctor, y la mayoría se ubicaba en el sector de la educación superior, seguida por el sector gobierno, el productivo y el privado.

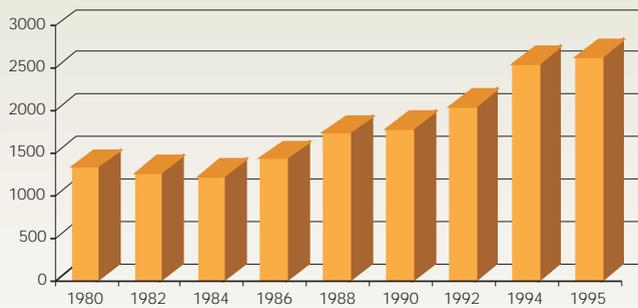


Figura 14. Trabajos publicados por científicos e ingenieros mexicanos según el ISI, 1980-1995

6.3. Producción científica y tecnológica

En el cuadro 2 se presenta el número de patentes solicitadas en México durante 1996. Llama la atención el hecho de que en su gran mayoría son extranjeras y provienen de empresas grandes. Aun dentro de las nacionales, la mayor parte es de inventores independientes y muy pocas de institutos de investigación. La institución nacional que solicitó el mayor número de patentes en 1996 fue el IMP, con 16 solicitudes, seguido de un organismo privado, Condumex, con 10 solicitudes, y la UNAM y el CIQA (un centro SEP-Conacyt) con cinco cada una.

A partir del número de solicitudes de patentes, se define la relación de dependencia, la de autosuficiencia y el coeficiente de inventiva.³ En todos estos parámetros México muestra resultados desfavorables respecto a otros países (SEP-Conacyt, 1996, pp. 42-45); por ejemplo, el coeficiente de inventiva en el periodo 1988-1994 fue de 0.1, mientras que en los Estados Unidos fue de 3.6, en Japón de 26.4, en Suecia de 4.0 y en Francia de 2.2.

En cuanto a publicación de trabajos científicos, el número ha ido en aumento, como puede verse en la figura 14. Las cifras corresponden a trabajos publicados en las revistas incluidas en el Institute for Scientific Information (ISI) en su *Citation Index*. Sin embargo, la producción es baja si se compara con la de otros países; por ejemplo, en 1995 el promedio de publicaciones en México fue de 2 530, incluyendo artículos, informes, resúmenes en congresos y otros; en los Estados Unidos fue de 347 316; en Japón, de 55 761; en el Reino Unido, de 70 766, y en Francia, de 41 227. Como en todos los países, la mayoría de las publicaciones corresponde al área de las ciencias y la tecnología.⁴

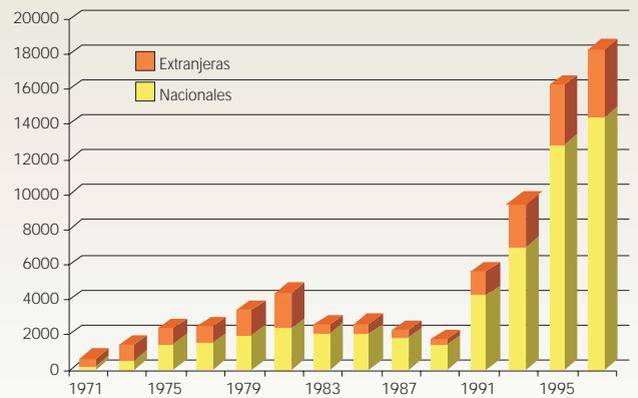


Figura 15. Evolución del número de becas Conacyt 1971-1997

7. Los programas del Conacyt

Al inicio de este trabajo se mencionaba que la formación de doctores es importante en México como un medio de fortalecer el sistema de educación superior y el de ciencia y tecnología. Para impulsar la formación de doctores, el Consejo financia y coordina algunos programas que se describen a continuación.

7.1. Programa de Becas

Este programa se inició desde la fundación del Conacyt en 1970. Es independiente de los programas Promep y Supera descritos en las secciones 4.1. y 4.2., pues el del Conacyt es un programa abierto a todos los egresados de licenciatura y no únicamente a los que ya sean o intenten ser profesores de instituciones de educación superior. Tiene dos modalidades, una de becas nacionales y otra de becas para el extranjero. En la figura 15 se puede ver el crecimiento que ha tenido este programa desde 1991. Las cifras se refieren al número de becarios que gozó de beca por lo menos un mes al año, y como se puede ver en 1997 más de 18 mil ciudadanos mexicanos recibieron apoyo del Consejo. Por tradición, este programa ha sido considerado prioritario, y en los últimos años se ha dedicado más del 40% del presupuesto del Consejo para apoyar la formación de recursos humanos de alto nivel.

Cuadro 2 • Patentes solicitadas en México por tipo de inventor, 1996

Tipo de inventor	Nacionales	Extranjeras	Total
Empresa grande	88	6131	6219
Empresa pequeña	12	11	23
Inventor independiente	232	203	435
Instituto de investigación	54	19	73
Otros	0	1	1
Total	386	6365	6751

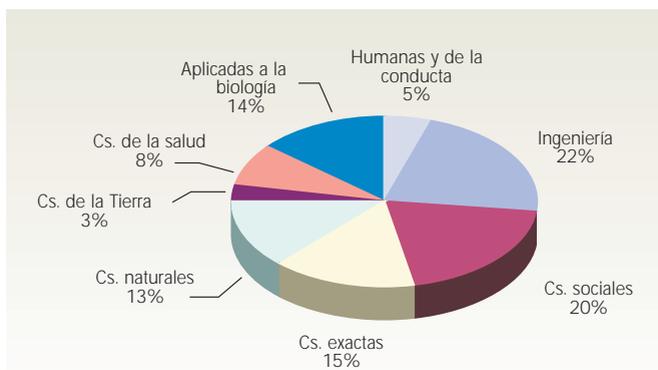


Figura 16. Distribución de becarios nacionales Conacyt
N = 9410

En el programa de becas nacionales, únicamente pueden solicitarlas los estudiantes admitidos en programas del Padrón de Excelencia (véase Sección 8). Los coordinadores de los programas de posgrado proponen, en orden de prelación, a los alumnos admitidos en sus programas y, dependiendo de la disponibilidad presupuestal, se asignan las becas; en los últimos tres años se ha otorgado un promedio de cinco mil nuevas becas por año. En el programa de becas en el extranjero se abre una convocatoria anual y los solicitantes son evaluados por comités de expertos en cada disciplina, que los entrevista y juzga sus antecedentes académicos, la idoneidad y la calidad del programa de posgrado que desean cursar, las recomendaciones de sus profesores, la vocación para realizar estudios de posgrado y elementos de este tipo. Estos candidatos se jerarquizan y aquellos que quedan en los primeros lugares son los que obtienen la beca. En 1998 se otorgaron 830 nuevas becas, cifra que representa el 34% de los que aspiraban a realizar estudios de posgrado en el extranjero.

En el programa de becas nacionales existen en la actualidad 9 410 becarios, la mayoría en la UNAM, el Cinvestav y la UAM. El 34% está realizando estudios de doctorado y el 66%, de maestría, pero no se otorgan becas para cursos de especialización. En la figura 16 se muestra la distribución de becarios nacionales por área de conocimiento, cuyo porcentaje más alto corresponde a la ingeniería, en parte porque existe la política del Conacyt de dar prioridad a esta área.

En el programa de becas al extranjero hay 2 755 becarios, el 70% en doctorados y el 30% en maestrías, y también existe la política de dar prioridad a los solicitantes que aspiran al doctorado sobre los que aspiran a maestría, y especialmente a aquellos que ya han obtenido su grado de maestro en algún programa nacional del Padrón de Excelencia; es decir, se alienta a los alumnos a que cursen primero una maestría en México y después continúen el doctorado en el extranjero.

7.2. Programa de repatriación de doctores

Su objetivo es alentar el regreso a México de ex becarios que al término de sus estudios de doctorado se hayan quedado en el extranjero. El mecanismo consiste en que

alguna institución de educación superior se comprometa a contratar a la persona como profesor o investigador, previa anuencia del interesado, y el Conacyt cubre entonces los gastos de traslado de él y de sus familiares, así como los salarios del primer año de trabajo en México con estímulos económicos incluidos, después de lo cual pasa a formar parte del personal ordinario de la institución. La aprobación de las solicitudes de repatriación la hace un Comité de Evaluación de carácter multidisciplinario.

Este programa se inició en 1991 y hasta diciembre de 1996 se había repatriado a 1 149 investigadores, la mayoría en el área de ciencias naturales, seguida de cerca por las ciencias aplicadas, siendo la UNAM y los centros SEP-Conacyt las instituciones que han repatriado al mayor número. Se considera que el efecto del programa ha sido positivo, ya que buena parte de los repatriados, aproximadamente el 70%, ha ingresado al SNI, y el 97% ha permanecido en el país (SEP-Conacyt, 1997).

7.3. Apoyo a proyectos de investigación y de infraestructura

Estos programas del Conacyt están enfocados a incrementar la producción científica por medio del financiamiento a proyectos de investigación específicos y a adquirir equipos e instalaciones que fortalezcan la infraestructura de las instituciones que realizan dicha tarea. No apoyan directamente la formación de doctores, pero sí lo hacen de manera indirecta al impulsar la investigación en las instituciones que ofrecen programas de doctorado.

Los programas se iniciaron en el año de 1991 y hasta 1996 se habían apoyado 3 311 proyectos de investigación con un monto de 60 millones de dólares aproximadamente (a la paridad actual); es decir, cada proyecto recibió, en promedio, cerca de 20 mil dólares. Ya que los salarios de los investigadores están cubiertos por las instituciones, estos recursos se han empleado en la compra de equipo complementario, gastos de consumo, becas o salarios de ayudantes, asistencia a congresos, etc., y el sentir de la comunidad científica es que estos apoyos han sido de mucha ayuda para el desarrollo de sus proyectos. En las figuras 17a y 17b se muestra la distribución del número de proyectos apoyados y de la cifra total otorgada por área del conocimiento, y como puede verse las ciencias exactas y naturales han obtenido la mayor parte de estos apoyos. Las instituciones más beneficiadas han sido la UNAM, los centros SEP-Conacyt, el

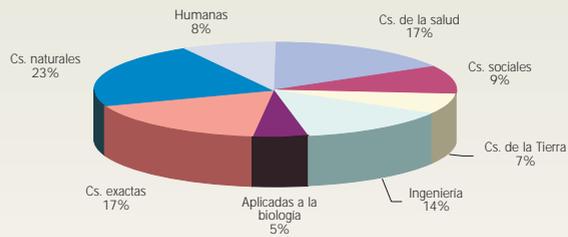


Figura 17a. Distribución del número de proyectos de investigación apoyados 1991-1996

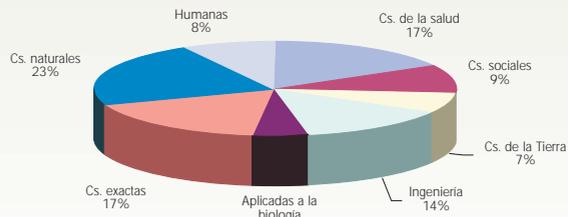


Figura 17b. Distribución de los montos asignados a proyectos de investigación 1991-1996

Cinvestav y la UAM. En cuanto al financiamiento para infraestructura, se han apoyado en el mismo lapso –1991-1996–, 311 proyectos con un total de 42.6 millones de dólares, lo cual da un promedio de 150 mil dólares por proyecto, con lo que se han podido adquirir algunos equipos importantes para la investigación.

8. El Padrón de Excelencia del Conacyt

Se ha mencionado que los alumnos que solicitan becas nacionales deben ser aceptados en programas que estén incluidos en el Padrón de Excelencia del Conacyt. Esta circunstancia ha hecho que dicho padrón alcance una gran relevancia para el sistema de posgrado en México, pues por una parte es símbolo de prestigio para el programa, y por otra, le permite tener alumnos becados que se dedican de tiempo completo a los estudios. En la práctica, la mayoría de las instituciones se preocupan y hacen esfuerzos porque sus programas de posgrado sean reconocidos en este sistema.

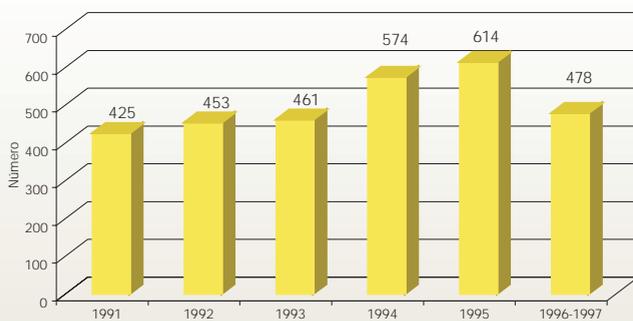


Figura 18. Número de programas en el Padrón de Excelencia del Conacyt, 1991-1997

El Padrón empezó a funcionar en el año de 1991, ante la proliferación de programas de posgrado de dudosa calidad, y significó un esfuerzo para garantizar un mínimo de seriedad académica a los aspirantes. Se estableció la clasificación de los programas en cuatro categorías: a) aprobados, que incluye a aquellos que cumplieran con todos los parámetros de calidad; b) condicionados, para los que cumplieran con algunos de los parámetros y recibían recomendaciones de mejorar los otros; c) emergentes, o programas de reciente creación que por ser nuevos no podían cumplir con todos los parámetros, por ejemplo, la eficiencia terminal, y d) no aprobados, para aquellos que carecían del mínimo de calidad establecido.

Para juzgar la calidad se fijaron parámetros como un mínimo de profesores de tiempo completo, un mínimo de publicaciones arbitradas, y otros de este tipo. En la siguiente sección se ilustran los valores establecidos para el caso de los programas de posgrado en ingeniería. Cada disciplina estableció los valores mínimos de los parámetros, aunque en todas se utilizan los mismos indicadores, y la evaluación es realizada por comités de pares que proceden de varias instituciones de educación superior y que trabajan en forma honorífica por un periodo máximo de tres años, después del cual son sustituidos.

En la figura 18 se muestra la evolución del número de programas del Padrón desde 1991, incluidos los de maestría y doctorado. La disminución en el ciclo 1996-1997 se atribuye a un endurecimiento en los criterios de evaluación.

En la figura 19 se presenta la clasificación en las cuatro categorías mencionadas para los programas que solicitaron su inclusión o su renovación en ese año. Obsérvese que no son todos los programas existentes en el país, sino sólo aquellos que pretendieron ingresar al Padrón, y en ese año había 1 705 de maes-



Figura 19. Resultados de la evaluación del padrón de posgrados Conacyt 1996-1997

tría y 374 de doctorado, así que en el Padrón quedaron el 19% de los de maestría y el 43% de los de doctorado.

9. Análisis de los programas de ingeniería que ingresaron al Padrón

Como un ejemplo del ejercicio de evaluación de los programas de posgrado se presenta en esta sección la evaluación de las solicitudes para ingresar al Padrón de Excelencia del Conacyt de los correspondientes a ingeniería y tecnología para el ciclo 1997-1998. Este ciclo fue un tanto especial desde el punto de vista del Padrón de Excelencia, pues en el año de 1996 se decidió cambiar los términos de la convocatoria para ingresar a él y se solicitó que para todos los programas, inclusive los que habían sido dictaminados positivamente en los años anteriores, se presentase nuevamente su solicitud. Por lo tanto, el número de programas a evaluar resultó de manera significativa mayor al de años anteriores, y por otra parte, también se reorganizó la constitución de los comités de evaluación, que con anterioridad eran pequeños y enfocados a disciplinas específicas. En ese ciclo escolar, se organizaron comités con mayor número de miembros, que abarcaban áreas de conocimiento más amplias; por ejemplo, antes del ciclo escolar 1997-1998, había un Comité de seis miembros, que evaluaba ingeniería civil, arquitectura e ingeniería ambiental, y actualmente, hay otro de 19 miembros que evalúa los programas de todas las áreas de ingeniería. Como consecuencia de estos cambios se recibió un número muy grande de solicitudes—178— que fueron evaluadas por un comité plural, desde el punto de vista de las especialidades de sus miembros.

En 1996, existían en el país 446 programas de posgrado en ingeniería, y de éstos, 178 solicitaron su inclusión o su ratificación de pertenencia al Padrón. Si se consideran únicamente los programas de doctorado, había 66 y 50 solicitaron su ingreso o ratificación. Los programas que recibió el Comité habían sido ya seleccionados por las propias instituciones mediante un proceso de autoevaluación.

Se ha mencionado antes, que existe un conjunto de factores de calidad que deben cumplir todos los programas del Padrón, pero los valores mínimos de estos factores, lo que se denomina parámetros de calidad, son determinados por cada Comité,

porque se considera que hay diferencias entre las distintas disciplinas que deben reflejarse en estos parámetros. Por ejemplo, en algunas se acostumbra mayor producción de artículos en revistas que en otras. El Comité de ingeniería estableció los siguientes parámetros mínimos de calidad:

a) **Alumnos**

- 50% como mínimo de alumnos de tiempo completo.
- 50% como mínimo de eficiencia terminal, definida como el número de graduados en los últimos seis años entre el número de alumnos de primer ingreso en los mismos años.
- Un número razonable de alumnos inscritos en el programa, de acuerdo con sus características y con su antigüedad.

b) **Profesores**

- Cinco profesores de tiempo completo en el programa, con grado de maestría, para programas de maestría, cinco profesores de tiempo completo, con grado de doctor para programas de doctorado y cinco con grado de doctor más tres con grado de maestría para programas conjuntos de maestría y doctorado.
- Producción científica de un artículo en revistas arbitradas por profesor y por año. Como complemento a este parámetro, también se consideraron publicaciones de otro tipo, como ponencias en congresos, informes técnicos, artículos de divulgación, y otros de este tipo, a los que se asignó menor peso, que dependía de la especialidad en cuestión.
- El 50% de los profesores de tiempo completo en el Sistema Nacional de Investigadores.
- Una relación máxima alumno/profesor de tiempo completo de ocho.

c) **Plan de estudios**

Debe estar bien estructurado, ser congruente con los objetivos del programa y el perfil del egresado, equilibrado respecto a cursos y trabajo de investigación, e incluir la elaboración de tesis de grado inclusive para programas de maestría.

d) **Áreas y líneas de investigación**

Congruentes con las características del programa y con el perfil, el número y la especialidad de los profesores.

e) Pertinencia del programa

Se consideraba como una ventaja que el tema y las investigaciones que se llevaban a cabo fuesen de importancia nacional o regional.

f) Vinculación

Este parámetro se refiere a la relación con los sectores productivos o con otras instituciones de educación superior o de investigación. A partir de la existencia de proyectos conjuntos o de servicios técnicos o investigaciones para la industria se estimaba que muchas veces no son publicados por revistas técnicas, y en el caso de los servicios técnicos, sólo se consideraban los de alta especialización.

g) Infraestructura

Se juzgaba la calidad de las instalaciones, especialmente servicios de cómputo, bibliotecas y laboratorios.

h) Apoyo institucional

Se consideraba importante que las autoridades centrales de las instituciones diesen prioridad institucional a los programas de posgrado. Esto se estimaba revisando las facilidades que otorgaban para la contratación de profesores, en la asignación de presupuestos, y otros factores de esta clase.

Entre los parámetros anteriores hay algunos totalmente objetivos y de naturaleza cuantitativa, como los relacionados con los alumnos y con los profesores, que podían obtenerse de la información proporcionada por las instituciones, y se pedía a los evaluadores que los verificasen durante las visitas realizadas a éstas. Otros son cualitativos y eran juzgados principalmente por los evaluadores. Para ingresar al Padrón de Excelencia con la categoría de definitivo debían cumplirse todos los parámetros cuantitativos y ser juzgados en forma positiva en los cualitativos. Sólo tres programas cumplieron de manera total con estas condiciones; sin embargo, algunos que se acercaban a los parámetros cuantitativos y tenían una buena evaluación en los cualitativos también fueron calificados como definitivos. Es decir, los criterios de evaluación se aplicaron con cierta flexibilidad.

El resultado global fue de 18 programas aceptados como



definitivos, 60 como condicionados, 19 como emergentes y 81 como no incluidos en el Padrón. Se puede ver que fue una evaluación relativamente severa, pero también se observa que es urgente elevar la calidad de los programas de posgrado en ingeniería.

En su mayoría, los programas evaluados estuvieron lejos de satisfacer algunos de los parámetros de calidad establecidos. Los que resultaron más difíciles de ser cumplidos fueron el de pertinencia de los profesores de tiempo completo al SNI, el de tener

por lo menos, en promedio, una publicación en revistas arbitradas por profesor y por año, y el de eficiencia terminal de los alumnos, o sea, que el 50% de los alumnos que ingresan obtengan el grado. Esto refleja la falta de tradición de publicar en las áreas de la ingeniería, lo cual también influye en la pertenencia al SNI, el abandono de los programas por parte de los alumnos, muchas veces por razones de trabajo, y la necesidad de que los profesores pongan mayor esfuerzo en la dirección de las tesis de grado.

Las principales dificultades encontradas en los procesos de evaluación consistieron en la falta de criterios consensuados para analizar programas con características especiales, y un ejemplo fue el de los que son demasiado amplios, y no tenían bien definida la especialidad. Se presentaba como una cualidad de estos programas su naturaleza interdisciplinaria, pero era difícil juzgar si para todas las posibles líneas de investigación existían núcleos académicos mínimos que ofreciesen a los alumnos un apoyo adecuado. Otro problema frecuente fue el de programas ofrecidos por varias instituciones, los llamados interinstitucionales, pues aunque en principio se estima conveniente que las instituciones unan esfuerzos y se complementen entre sí, la dificultad de la evaluación consistía en juzgar si se garantizaba a los alumnos un ambiente académico idóneo en todas las sedes y si era posible la cooperación entre sedes que a veces tenían recursos humanos y físicos muy diferentes. Parece que también se debe avanzar en el mejoramiento de los criterios de evaluación, sobre todo para casos como los mencionados.

10. Conclusiones

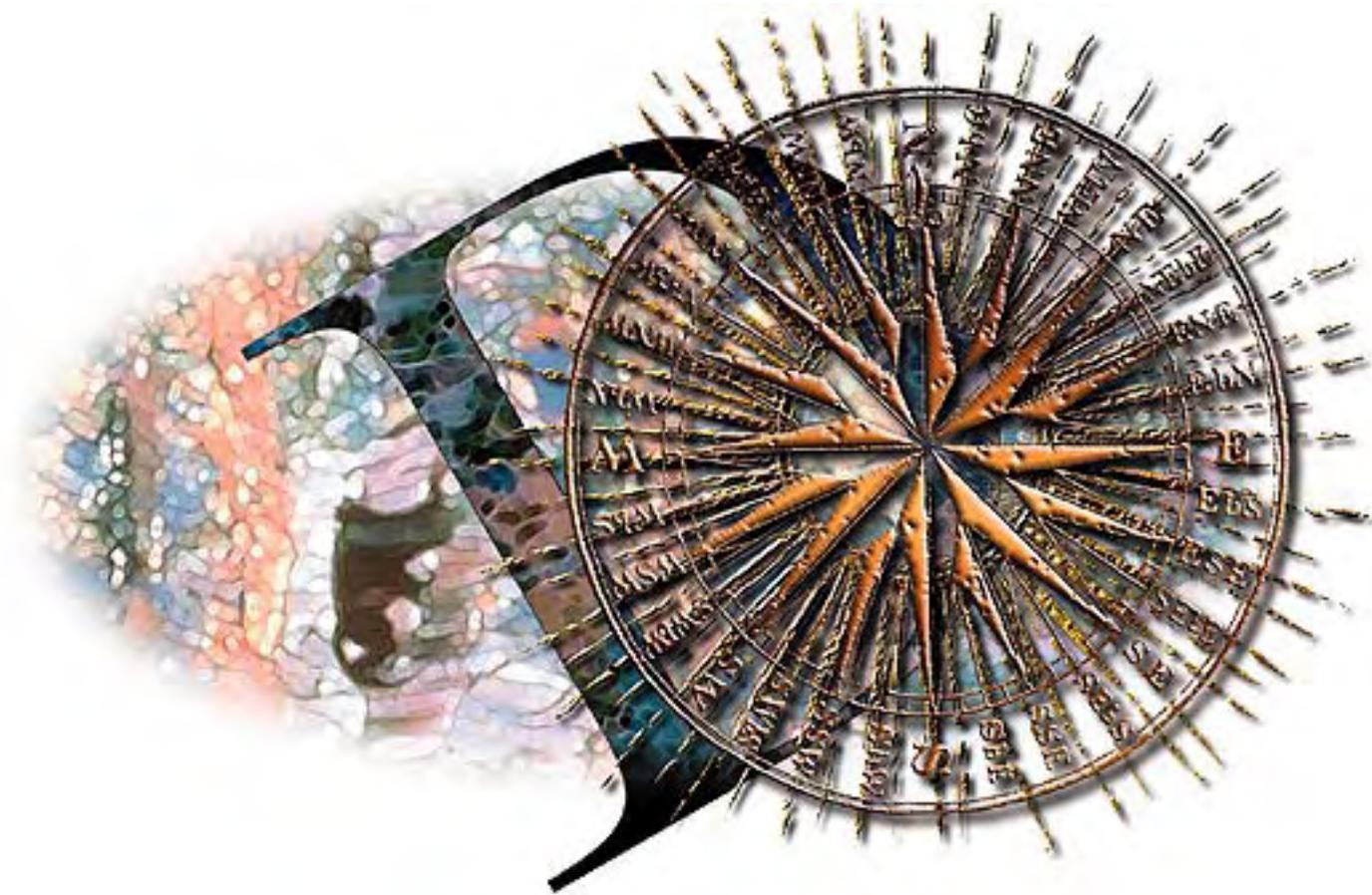
Los indicadores sobre desarrollo de los estudios de posgrado en México, especialmente los de doctorado, señalan que es necesario impulsar en mayor medida este nivel. También el de habilitación de la planta académica del sistema de educación superior y el avance en las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ambos relativamente bajos, demandan el crecimiento y la diversificación de los programas de doctorado. Los programas de mejoramiento del profesorado de la SEP y de la ANUIES y los programas de apoyo a la ciencia del Conacyt son positivos y han dado buenos frutos, pero deben reforzarse para que el país alcance estándares acepta-

bles en sus sistemas de educación superior, de ciencia y tecnología.

El incremento en la oferta de programas de posgrado debe ir acompañado de acciones conducentes a elevar la calidad académica de los mismos, y los procesos de evaluación deben continuar y mejorarse, tratando de incluir parámetros propios de las distintas disciplinas y nuevas modalidades en la organización de los programas.

La continuidad de los programas analizados en este trabajo es fundamental para obtener resultados en el largo plazo. Sin embargo, los autores también opinan que es conveniente analizar con mayor profundidad y de manera continua su efecto social; es decir, la derrama de sus beneficios en la sociedad. En cierto modo, se ha admitido implícitamente que la mera formación de personal académico con posgrado redundará de manera automática en una formación mejor de profesionales o en mejores programas de licenciatura; o que las mayores inversiones en investigación impulsarán el desarrollo tecnológico y la competitividad económica e industrial del país. Empero, la experiencia nacional e internacional señala que estos beneficios no se dan siempre de manera natural; algunas instituciones de educación superior que han venido trabajando desde hace varios años en la habilitación de su planta académica no han visto mejorar sus indicadores sobre la calidad de sus funciones de docencia, y se han documentado muchos casos en los que no ha funcionado el modelo de inversión en ciencia y tecnología que supone que si se “echan” recursos económicos para la investigación científica en un extremo de la “tubería del desarrollo”, se obtendrán tecnologías productivas en el otro extremo (Borras y Stowsky, 1998).

De manera alguna se sugiere abandonar las políticas actuales de impulso al posgrado y a la investigación, pero sí se opina que es necesario establecer políticas complementarias que motiven al personal académico que está obteniendo una formación avanzada, para participar más activamente en la formación de recursos humanos en el nivel profesional y no sólo en el de posgrado, y diseñar instrumentos de política científica y tecnológica que propicien la vinculación entre la infraestructura de investigación y el aparato productivo, de tal manera que las inversiones en investigación y desarrollo tengan mayor efecto en el crecimiento económico y en el bienestar social. 

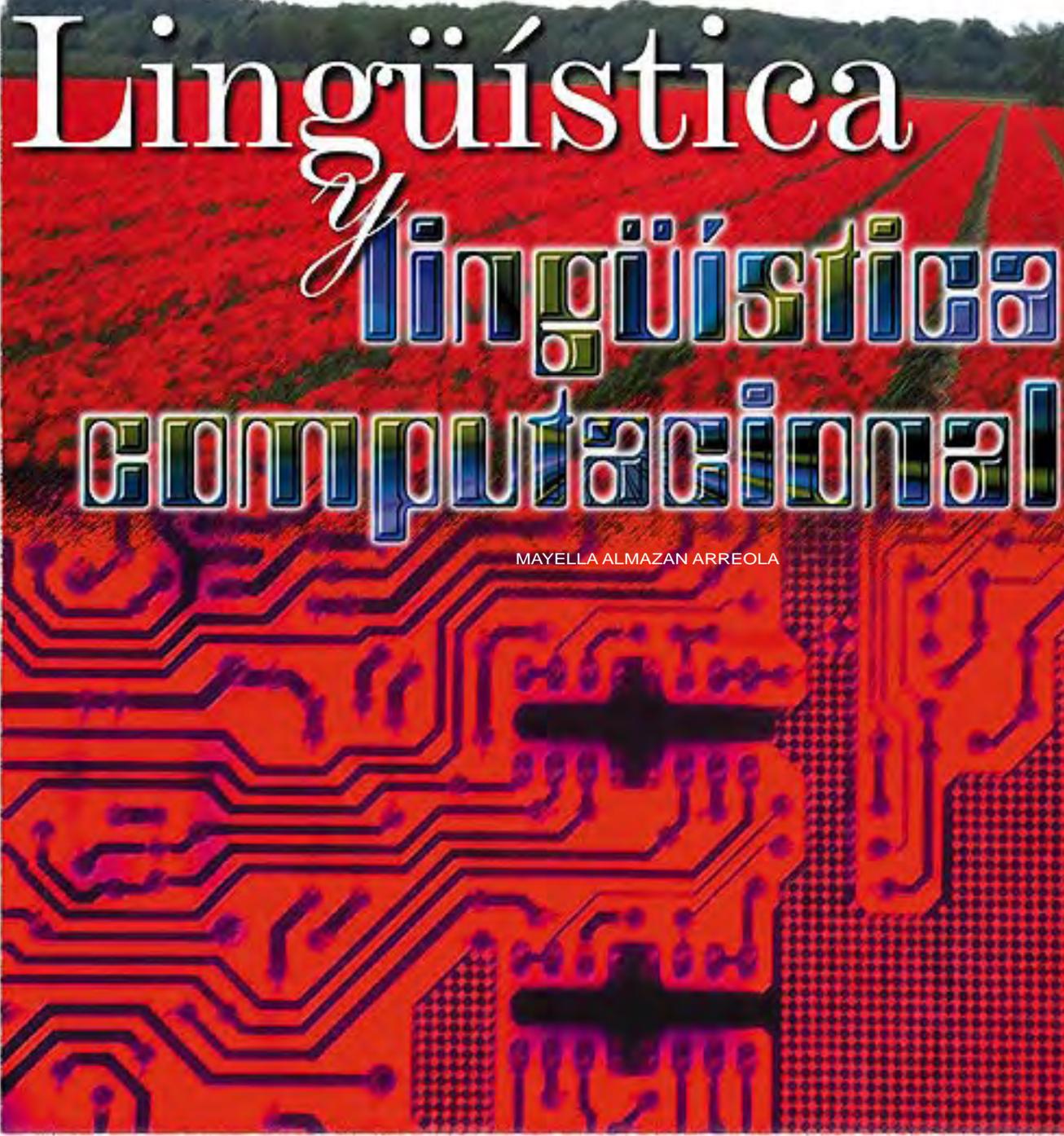


Bibliografía

- ANUIES. *Anuarios estadísticos, 1970 a 1997*, México, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- Borrus, M., y J. Stowsky. "Technology Policy and Economic Growth", en *Investing in Innovation*, L. Branscomb y J. Keller, (eds.), The MIT Press, Cambridge, Mass.
- Bowen y Schuster. *American Professors: a National Resource Imperiled*, Nueva York, 1986, Oxford University Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE. *Políticas nacionales de la ciencia y de la tecnología-México*, 1994, Mundi-Prensa.
- Programa Nacional de Superación del Personal Académico. Informe de la Operación del Programa Supera al 15 de agosto de 1998 (mimeo).
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, (RICYT), (1998). *Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos, 1990-1996*, Argentina, 1998, Universidad Nacional de Quilmes.
- SEP-ANUIES-Conacyt. Programa de Mejoramiento del Profesorado de las Instituciones de Educación Superior (mimeo).
- SEP-Conacyt, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas, 1996*, México, 1996, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

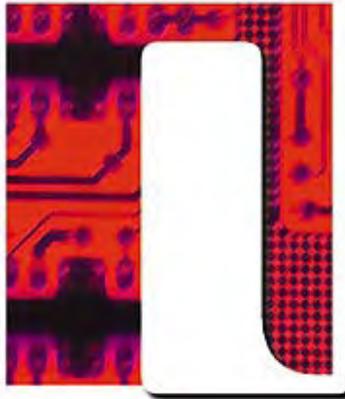
Notas

- ¹ Los datos de esta sección están tomados de la OCDE, 1994, pp. 117-130.
- ² Es un sistema de reconocimiento académico y estímulos económicos a investigadores que realizan una labor destacada. El ingreso es dictaminado por pares académicos del más alto nivel.
- ³ La relación de dependencia se define como el número de solicitudes de patentes hechas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales. La relación de autosuficiencia, como el número de solicitudes de nacionales entre el número de solicitudes en el país. El coeficiente de inventiva, como el número de solicitudes de nacionales por cada 10 mil habitantes.
- ⁴ La cifra está compuesta, en el caso de México, por 2 258 publicaciones en ciencias y tecnología, 217 en ciencias sociales y 55 en humanidades.



Lingüística *y* lingüística computacional

MAYELLA ALMAZAN ARREOLA



Las primeras computadoras que existieron tenían como función primaria el procesamiento de cifras, y los recursos disponibles en la época de la primera generación de calculadoras

programables no eran diferentes a las de las primeras computadoras. Actualmente no es difícil obtener calculadoras programables baratas que traducen palabras del ruso al inglés, pero las tareas de los pioneros del procesamiento de lenguajes naturales a finales de los cincuenta y principios de los sesenta eran fenomenales.

Aun en la actualidad, las computadoras representan objetos lingüísticos de maneras no lingüísticas, por ejemplo, la palabra inglesa "GO", que aparece en muchas de ellas como la secuencia de dos *bytes*, es decir, 001000111 (=71) y 01001111 (=79), siendo éstos los códigos ASCII para cada letra, 'g' y 'o'. Si se ingresa en la computadora una lista de nombres y se le ordena que los ponga en orden alfabético, "Georgina" aparecerá antes de "Olga" en el resultado, pero no porque la "g" anteceda a la "o" en el alfabeto, sino porque 71 es un número menor que 79.

Tres decenios de ciencias computacionales nos han brindado programas que facilitan hablar sobre objetos lingüísticos, es decir, palabras y oraciones, como si estuviéramos haciéndolo de números y operaciones matemáticas. Sin embargo, hace tan sólo 30 años las cosas eran muy distintas, y los primeros trabajos en el procesamiento de lenguajes naturales deben juzgarse considerando el tipo limitado de recursos disponibles en aquella época. Contar cifras es aburrido, pero aun las primeras computadoras podían hacerlo con rapidez y precisión, y también, por ejemplo, contar el número de veces que la palabra “el” aparece en el libro *Don Quijote de la Mancha* de Cervantes. Los primeros trabajos conocidos como lingüística computacional eran precisamente de este tipo.

Una aplicación típica para atribuir la autoría de un texto de autor anónimo o de origen dudoso era mediante la compilación de estadísticas en textos de origen conocido que se comparaban con aquéllas del texto del autor en disputa y se presentaba un caso a favor o en contra de que dicho texto hubiera sido escrito por el mismo autor. Otro tipo de tarea considerado dentro del campo de la lingüística computacional implicaba el uso de computadoras en la creación de índices y concordancias, a partir de textos que la computadora podía leer. Actualmente, esta tarea aún se considera como “computación lingüística y literaria”, pero en realidad ya no cuenta su carácter computacional.

Entre las primeras aplicaciones lingüísticas de las computadoras, una que recibió no sólo reconocimiento, sino también amplio apoyo financiero por parte del Estado fue la traducción computarizada. Las comunidades militares y los servicios de inteligencia en los Estados Unidos y el resto del mundo tenían grandes esperanzas en ella; sin embargo, la primera generación de trabajo en la traducción computarizada resultó un fracaso. En aquel entonces pocos apreciaban la importancia del “significado” como el factor más importante y menos aún esperaban el gran problema que la ambigüedad lingüística iba a provocar, incluso en los textos más sencillos. Las teorías en voga en ese entonces, si alguna se tenía en cuenta, eran más bien rudimentarias e, incluso si no lo hubieran sido, los recursos computacionales disponibles no eran lo suficientemente capaces para trabajar con teorías lingüísticas más complejas. En general, la primera generación en este tipo de trabajo por computadora produjo sólo

programas de lenguaje artificial que reemplazaban palabra por palabra de un idioma a otro.

Hacia mediados de los años sesenta aquellos interesados en el tema empezaron a darse cuenta de que este tipo de resultado es inútil, y en consecuencia, la agencia gubernamental norteamericana que invertía en dicho proyecto lo canceló, de forma que a fines de la década no existía proyecto comercial o gubernamental alguno que involucrara la traducción computarizada. Pero sorprendentemente las cosas cambiaron de manera radical para los años ochenta, cuando gran parte del desarrollo en el procesamiento de lenguajes naturales (y por ende de la traducción computarizada) se ha debido al cambio de perspectiva respecto a la naturaleza de las computadoras, pues si bien son buenas para la aritmética, es más apropiado considerarlas como máquinas manipuladoras de símbolos, con los cuales trabajan y pueden representar números u objetos más complejos y diversos como palabras, oraciones, árboles o redes. Las instrucciones codificadas que la computadora ejecuta realizan operaciones muy sencillas, como transferir determinada información de una parte de la memoria a otra o sumar cifras.

El problema de muchos de los primeros lenguajes de programación, como Fortran, es que obligaban al programador a pensar en términos numéricos y a especificar algoritmos en un nivel similar al del código de la computadora misma; en tanto, los lenguajes desarrollados después, por ejemplo, Pascal y Prolog, le permiten especificar instrucciones en términos más ricos y conceptos mejor enfocados a la resolución de problemas, facilitándole concentrarse en los problemas que realmente le interesan. Un momento crucial en el desarrollo de este campo como se conoce en la actualidad fue la aparición en 1971 del programa SHRDLU de Winograd, que nos presentó una prueba “existencial” de que la comprensión de lenguajes naturales, si bien está restringida a ciertos dominios, era posible emplearla para la computadora. SHRDLU mostró en forma primitiva que gran variedad de habilidades, como la capacidad de interpretar preguntas, oraciones y órdenes, o la capacidad de sacar conclusiones mediante inducción, explicar acciones y aprender nuevas palabras era posible para estas máquinas, que se convirtieron en el gran logro de una sola persona, pero que hubiese sido imposible sin la disponibilidad de lenguajes de programación de alto nivel de complejidad.

La programación de las computadoras puede definirse como la actividad por medio de la cual se les da un conjunto de instrucciones precisas y detalladas que le permitan realizar tareas determinadas. Algunas partes del conocimiento humano parecen estar representadas, de esta forma, como una receta o procedimiento; por ejemplo, casi todos describiríamos como nos atamos los cordones de los zapatos, explicando la secuencia de acciones que nos permitieron hacerlo. No obstante, otras áreas del conocimiento humano parecen depender menos de cómo se usa; por ejemplo, el conocimiento de que París es la capital de Francia puede ser empleado en diferentes formas y en distintos contextos.

Si analizamos un programa de computación que realiza cierta tarea relacionada con un lenguaje natural, no podemos evitar preguntarnos qué tipo de conocimiento tiene ese programa de la gramática del lenguaje en cuestión, el significado de las palabras, y el dominio de aplicación en el que operan. El problema reside en que este conocimiento puede existir de manera implícita en las instrucciones que especifican cómo ejecutar una tarea determinada, y esto significa que la representación del procedimiento sugerida por la computadora puede así interferir en la caracterización teórica de la tarea a ejecutar y en el tipo de conocimiento que se debe usar para realizarla. Una forma de solucionar este problema es por medio de la representación declarativa y explícita de reglas y principios que serán manejados por el programa como estructuras simbólicas.

La idea de contar con programas que trabajan con reglas explícitamente representadas y amenas para su análisis ha tenido mucho éxito en el campo de la inteligencia artificial, donde se ha desarrollado este tipo de sistemas para elaborar programas que realizan diagnósticos médicos o interpretan medidas geológicas. De este modo, han surgido distintos lenguajes de programación lógicos, tales como Prolog, creado por Alain Colmerauer, un lingüista computacional. La idea detrás de este tipo de lenguajes, aún no desarrollada del todo, es que el programador necesita simplemente describir los problemas, empleando la lógica formal, es decir, explicando lo que se debe hacer, en vez de cómo hacerlo, y un ejemplo de ello podría ser un programador que especifica la gramática de manera similar a un lingüista descriptivo. Si tenemos en cuenta este tipo de representación, la computadora deberá, por lo tanto, ser capaz no sólo de

generar oraciones permitidas y determinar si tal o cual oración es correcta desde el punto de vista gramatical. Hasta el momento, los lenguajes lógicos de programación sólo pueden lograr esto con gramáticas muy sencillas, pero el esfuerzo actual en mejorarlos es enorme.

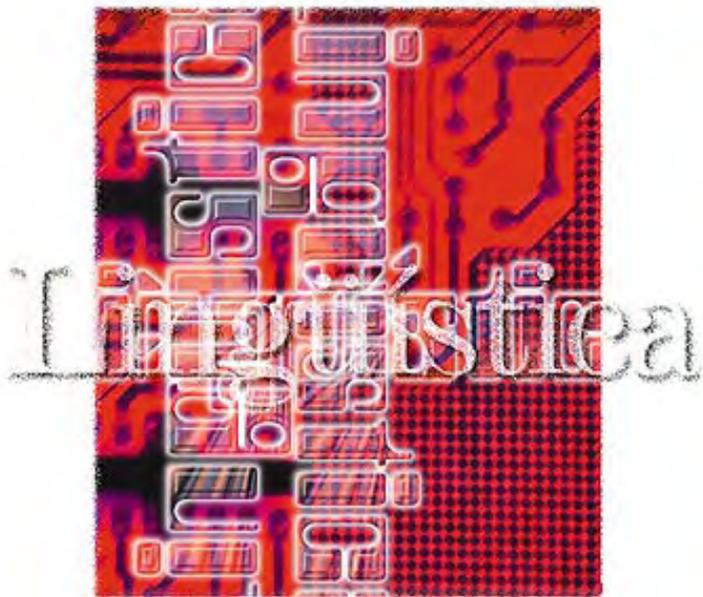
Prolog es un lenguaje para el diseño de programas de procesamiento de lenguajes naturales serios, en el cual el programador está expuesto a una serie de posibilidades respecto a la manera como se pueden desarrollar no sólo los símbolos manipulados por el programa (tales como palabras, fonemas, partes del discurso), sino también los objetos estructurados (secuencias, árboles, gráficas) que resultan de la combinación de los últimos.

I. La estructura lingüística



Como discutimos anteriormente, los objetos lingüísticos tienen una estructura, pero ésta no siempre es evidente. La comprensión del significado de una oración depende de manera crucial de la capacidad, en ocasiones inconsciente del hablante nativo del idioma en cuestión, de recuperar su estructura lingüística. La herramienta computacional que infiere la estructura a partir de conjuntos gramaticales de palabras es el “procesador sintáctico”, y la mayor parte de las investigaciones en el área del procesamiento de lenguajes naturales en los últimos 20 años se ha dedicado al diseño de los mismos. Un procesador sintáctico moderno es un algoritmo (es decir, una lista de instrucciones precisas) que considera la gramática, y un conjunto de palabras, u oración, y les asigna una estructura gramatical impuesta especialmente para esa oración, siempre que el conjunto sea gramaticalmente correcto. Si no lo es, entonces el procesador sintáctico falla en atribuirle la mencionada estructura. Los procesadores sintácticos han sido y siguen siendo mejorados; sin embargo, sus formalismos no se han adaptado lo suficientemente como para dar explicaciones acerca de algunas de las complejidades que ocurren en las lenguas naturales, tales como la ambigüedad lingüística, indiscutiblemente el problema más grande para el procesamiento de lenguajes naturales.

Los lenguajes naturales están llenos de ambigüedades en todos los niveles descriptivos, desde el fonético hasta el socio-



lógico, y en este aspecto éstas difieren en forma radical de los lenguajes formales, tales como el cálculo proposicional o Prolog. Sin embargo, tal vez debido a que como seres humanos empleamos dichos lenguajes naturales sin complicaciones, este tipo de problemas nos sorprenden y sólo nos damos cuenta de ellos cuando nos confrontamos a oraciones como: “Mañana gran partido Chivas-América en su casa”, en la cual encontramos un ejemplo de la llamada ambigüedad local, es decir, que existe en alguna subparte de la oración entera. La oración anterior es ambigua porque no sabemos en casa de quién se realizará el partido, y este tipo de ambigüedad confunde fácilmente al procesador sintáctico, haciéndole perder el tiempo tratando de resolverla con posibilidades que tal vez ni siquiera sean factibles. La solución al problema requiere de la especificación de mecanismos adicionales en los procesadores sintácticos, que les permitan filtrar análisis semánticos o sintácticos inadecuados. Muchos programas de computadoras que manipulan lenguajes naturales emplean restricciones selectivas, propuestas inicialmente por Katz y Fodor a principios de los sesenta para explicar, por ejemplo, cuándo una oración entera no es ambigua a pesar de que las palabras individuales sí lo son, mediante el uso de “marcadores semánticos” que sirven para especificar las características del significado, al igual que las condiciones bajo las cuales estos sentidos y características deben concurrir.

El uso de restricciones selectivas constituye una técnica rudimentaria, si bien eficiente desde el punto de vista computacional, especialmente si existen dominios restringidos. Sin embargo, este es tan sólo el inicio de la solución del problema causado por la ambigüedad, lo cual puede observarse en un ejem-

plo creado por Winograd. Si alguien dice “Los políticos negaron el permiso a los trabajadores porque temían que se desataran hechos violentos”, la mayoría de las personas decidirían que el ‘ellos temían’ se refiere a los políticos. Por otro lado, si alguien dice “Los políticos negaron el permiso a los trabajadores porque querían una revolución”, la mayoría de las personas dirían que ‘ellos querían’ se refiere a los trabajadores, y no a los políticos. Es evidente así, que cierto tipo de conocimiento permite al ser humano resolver tal tipo de ambigüedad, sin embargo, éste resulta mucho más sutil que lo ya expresado por los marcadores semánticos y las restricciones selectivas.

II. El papel del conocimiento



La resolución de la ambigüedad requiere del conocimiento general del mundo, de igual manera, como el hecho de comprender una oración ambigua expresada en cierto tipo de contexto también requiere de este tipo de conocimiento. Por ende, un modelo teórico de la comprensión del lenguaje está incompleto si carece de un ejemplo para representar y utilizar el conocimiento, y es imposible construir una computadora que “comprenda” esto, sin antes proveerla de un saber enciclopédico del mundo, pero aunado a este problema está el del conocimiento de “la otra parte” en un intercambio comunicativo, de manera especial si es oral, ya que el habla con mucha frecuencia es abreviada, oblicua y puede tener interpretaciones ligadas al contexto en particular, como en el siguiente ejemplo:

- A: ¿Disculpe, hay alguna farmacia por aquí?
B: Hoy cierran temprano
A: ¿Y en el pueblo cercano?
B: La de la calle Morelos cierra hasta las 8.

Es casi imposible entender una conversación así si ignoramos el hecho de que ambos participantes están comunicándose y cooperando. En resumen, una vez que empezamos a considerar las conversaciones en lenguajes naturales como algo más que una oración o discurso extendido, se vuelve claro que existe más profundidad en ellas que la simple estructura, o la suma de las oraciones, o incluso los objetivos de los participantes.

III. El surgimiento de una nueva tecnología



De alguna forma es posible decir que la traducción computarizada, ese sueño de los años cincuenta, es ahora una realidad, porque existen comercializadoras de *software* que venden programas de traducción computarizada, y compradores en el mercado que los adquieren. Los programas actuales funcionan hasta cierto punto, pues permiten a algunas compañías que los usan ahorrar dinero en traductores, pero no por completo, pues aún no pueden producir traducciones de manera consistente, que sean comparables a aquellas realizadas por seres humanos calificados. Todos los sistemas actuales requieren ya sea de preeditar la información de alguna forma para que la puedan aceptar, o poseerla para revisar y reemplazar los párrafos incomprensibles, o ambas cosas. No obstante, la traducción realizada por seres humanos resulta muy cara, se lleva mucho tiempo y también debe ser editada; así, cualquier cosa que nos permita acelerar este proceso y reducir el número de horas que un traductor calificado o poseedor emplea con el material puede ahorrarnos dinero. Un ejemplo de este tipo de herramienta es el programa METEO, que ha traducido pronósticos del clima del inglés al francés en Canadá desde 1977, y más de tres cuartas partes de lo que traduce es correcto, sin intervención de traductores humanos.

El futuro de la traducción computarizada depende, mínimamente, de la existencia de gramáticas formales para ambas lenguas, la de origen y la lengua meta, que permitan a los lingüistas crear una gran gramática de forma gradual, evaluando las consecuencias de cada regla durante el proceso, experimentando el análisis de oraciones de prueba y revisando si la gramática construida excluye grupos de palabras no gramaticales. Asimismo, deberán analizar la semántica del discurso para detectar si existen ambigüedades, de qué tipo son, y la clase de interpretación que debe asignárseles.

La creación de una gramática formal representa una inversión masiva de trabajo especializado (aun para un fragmento reducido del lenguaje natural), cuyo costo podría reducirse de manera drástica si las gramáticas pudieran construirse en forma casi automática sobre la base de textos escritos, es decir, mediante programas de adquisición de lenguaje. Esta es un área plagada de problemas teóricos y, bajo una de sus idealizacio-

nes, es posible demostrar matemáticamente que un programa así jamás tendría éxito. Por otra parte, dichos programas han progresado muchísimo, al menos en un área muy reducida, que es la de los sistemas numéricos. Finalmente, si es cierto, como dicen los expertos en diferentes áreas de la lingüística (incluyendo a algunos de los seguidores de Chomsky), que la sintaxis de las lenguas varía bastante menos que su léxico, entonces podemos tener mayor optimismo en la búsqueda de soluciones en el campo del estudio teórico del lenguaje y la construcción de programas de computadora que operen en dominios limitados. ●

Agradecimientos

Mi reconocimiento a Elisabet Iarossi por la corrección de estilo y a un dictaminador anónimo por sus invaluable comentarios y sugerencias. Las traducciones en el presente ensayo han sido realizadas enteramente por la autora y son de su sola responsabilidad.

Bibliografía

- Ballard, B., y M. Jones. "Computational Linguistics", en *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, (Stuart C. Shapiro, editor) Nueva York, 1987, J. Wiley, pp. 133-151.
- Barr, A., y E. Feigenbaum, eds. *The Handbook of Artificial Intelligence, I*, Palo Alto, 1981, William Kaufmann.
- Barriga V., Rebeca, y C. Parrodi, *La lingüística en México, 1980-1996*, El Colegio de México, Centro de Estudios Lingüísticos y Literarios/Universidad de California, Centro de Estudios Chicanos, 614 p.
- Chomsky, N. *Knowledge of Language: Its Nature, Origin and Use*, Nueva York, 1986, Praeger.
- Dahl, V., y Saint-Dizier, P. eds. *Natural Language Understanding and Logic Programming, II*, Amsterdam, 1988, North Holland.
- Winograd, T. *Language as a Cognitive Process: Syntax*, Reading, MA., 1983, Addison-Wesley.

Tomografía computarizada

Método no destructivo para el estudio de materiales

GONZALO M. DOMINGUEZ ALMARAZ,

MARIO A. GONZALEZ GARZA Y CLAUDE BATHIAS

La tomografía computarizada (TC), presenta la posibilidad de analizar la estructura interna de los materiales sin incurrir en la destrucción de la muestra en estudio. Este método no destructivo puede aplicarse para identificar, localizar y caracterizar los defectos internos, así como para conocer la distribución de la densidad del material, verificar las formas geométricas y efectuar mediciones dimensionales.^{1,2} En los últimos 30 años, dicha técnica ha sufrido un desarrollo acelerado por su capacidad de análisis no destructivo y por los progresos tecnológicos de los rayos X para uso industrial; se ha mejorado la resolución de los aparatos y las técnicas de análisis, y se han reducido los tiempos de adquisición, así como los costos de los equipos. Las técnicas de ultrasonido también pueden emplearse para analizar el interior de un material; no obstante, éstas presentan limitaciones, como la necesidad de utilizar cuerpos con geometría que contengan trayectorias continuas para el ultrasonido.

La tomografía computarizada es una opción moderna para detectar, a escala mesoscópica (una escala inferior al tamaño medio de los defectos internos), la variación de las fracciones volumétricas generadas por las distribuciones heterogéneas de partículas, porosidad y matriz en materiales en proceso de desarrollo tecnológico, como los materiales compuestos a matriz metálica reforzados con partículas cerámicas, (MMCp).





Desarrollo de las técnicas de análisis mediante la TC

Las técnicas de análisis por tomografía computarizada se han incrementado considerablemente durante los últimos 30 años en los países desarrollados, y las industrias que han impulsado dichas técnicas y se han visto favorecidas en este periodo son, principalmente la aeroespacial, la aeronáutica, la automotriz y la electrónica. La TC permite efectuar ensayos en tiempo real, y en intervalos reducidos, es decir, mediante diferentes tomas tomográficas se conoce el comportamiento del material en el instante mismo, y su evolución durante el periodo de prueba, características muy apreciadas por los diseñadores, los ingenieros de proceso, los laboratorios de ensayos y los directivos de las empresas donde se fabrican componentes industriales. El control, por ejemplo, en la fabricación de los álabes de turbina para avión, pasa por la TC para detectar posibles defectos de fabricación, como inclusiones, porosidad, variaciones de densidad, inicios de fractura, etcétera.

El análisis tomográfico se basa en la medida de los diferentes coeficientes de absorción de los rayos X en un material, cuando éste es atravesado por un haz de dicha energía. Cada región del material analizado posee un coeficiente de absorción que depende de:

- La densidad en la región.
- El número atómico del o los constituyentes.
- La energía del haz de rayos X.

Con el propósito de medir correctamente el coeficiente de absorción local en un material es necesario el empleo de una fuente monocromática de rayos X (energía homogénea de los rayos X). La tomografía computarizada industrial se efectúa mediante el barrido de la muestra en múltiples ángulos entre la fuente emisora, la muestra y los detectores de la radiación. El haz de rayos X empleado en estas aplicaciones se hace pasar por un colector, el cual permite sólo el paso de una franja del haz, atravesando enseguida la muestra e incidiendo con posterioridad en los detectores (véase fig. 1). La información sobre la atenuación de los rayos X que atraviesan la muestra en cada posición angular y en el espesor determinado por el colector se registra en los detectores y se transforma y almacena en forma numérica para su pos-

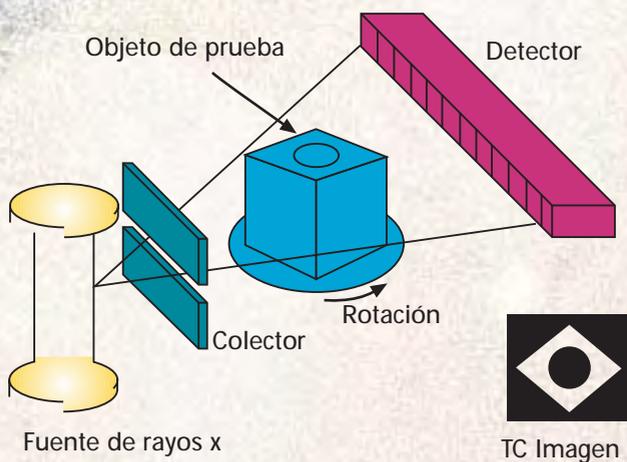


Figura 1. Esquema del sistema de tomografía computarizada.

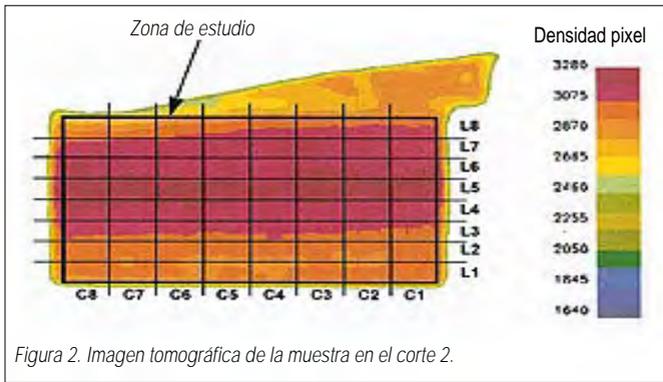


Figura 2. Imagen tomográfica de la muestra en el corte 2.

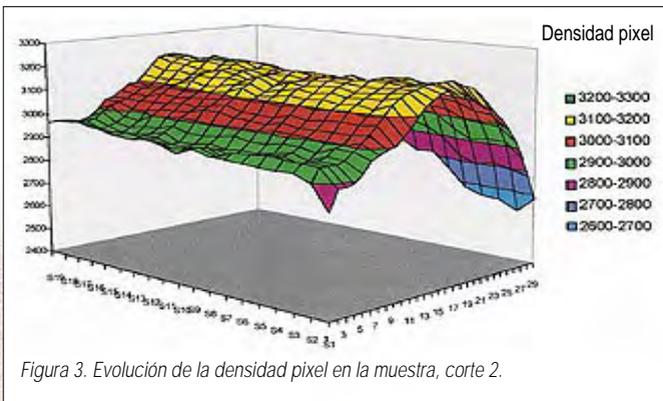


Figura 3. Evolución de la densidad pixel en la muestra, corte 2.



terior procesamiento. Además, se emplean algoritmos de reconstrucción para generar las imágenes de atenuación sobre el espesor determinado, y varias imágenes reconstruidas sobre espesores contiguos pueden generar la imagen tomográfica en volumen del objeto en estudio.

Los algoritmos de reconstrucción pueden presentar la imagen bidimensional de la atenuación de los rayos X sobre el espesor determinado, y la imagen tomográfica así obtenida representa una medida de la atenuación sobre el espesor de la muestra, la cual se relaciona con la densidad tomográfica. El procesamiento de las imágenes tomográficas permite resaltar los contrastes en tonos de gris, y cada tono corresponde a un rango en la densidad tomográfica; así, el contraste visual se mejora si a cada tono de gris se le asigna un color particular (véase fig. 2). Puesto que la atenuación de los rayos X depende de la densidad y composición de la muestra analizada, además de la energía de los rayos incidentes, es difícil separar los efectos de estas características mediante las técnicas de TC, pero si la composición es conocida, la densidad puede determinarse mediante la calibración de TC contra muestras de composición homogénea que presenten diferentes densidades. Los aparatos médicos de tomografía utilizan una escala normalizada con respecto al agua, y en esta escala el aire presenta un valor de “-1000”, el agua de “0”, y un material con un coeficiente de atenuación del doble del agua aproximadamente (los huesos humanos, por ejemplo) presenta un valor de “1000”. Los sistemas de tomografía industrial utilizan una escala pixel, en la cual el aire tiene un valor de “0”, sin embargo, no existe una escala generalizada pixel, puesto que ésta depende de la energía de los rayos X empleados.^{3,5}

Material de prueba y equipo experimental

Los análisis tomográficos se efectuaron sobre muestras de materiales MMCp, fabricadas en Montreal, Canadá, con matriz de aleación de aluminio, reforzada con partículas de carburo de silicio (SiC). Con el fin de estudiar por TC los defectos de las muestras, el proceso de fabricación se modificó para provocar intencionalmente fallas internas como porosidad y segregaciones, y las muestras MMCp se obtuvieron mediante el método de fundición por gravedad modificada, es decir, la incorporación de partículas se efectuó mediante un

sistema mecánico de agitación, pues un gas inerte a presión permite incorporarlas por la parte inferior del molde, y éste último fuerza la concentración de dichas partículas en el fondo de la muestra (lingote).

Las pruebas tomográficas se llevaron a cabo en el Instituto Francés del Petróleo, mediante el uso de un equipo médico de rayos X con una resolución de 200 μm . La tensión usada para este estudio fue de 130 KV, tomándose 12 cortes tomográficos con un espesor de 3 mm en cada muestra, sobre el lingote de aluminio fundido que se obtuvo mediante el método de gravedad modificada. Las propiedades mecánicas de estos materiales dependen en mucho de sus procesos de fabricación; una variedad de parámetros como las fracciones volumétricas de sus refuerzos, sus distribuciones, la aparición de porosidad, entre otros, condicionan su comportamiento mecánico.^{6,7}

En los últimos decenios estos materiales han experimentado un crecimiento acelerado en su uso industrial, debido a las mejoras combinadas en sus propiedades físicas y mecánicas, y a la reducción en los costos de fabricación.

Resultados obtenidos en el análisis tomográfico y en el trabajo metalográfico

La resolución del aparato de rayos X no permitió detectar partículas individuales de refuerzo (50-200 μm); sin embargo, la atenuación de los rayos X fue suficientemente sensible para distinguir cómo se distribuyen las partículas de SiC en la matriz de aluminio, como aparece en la figura 2. En esta imagen se pueden distinguir dos zonas, la superior, en donde se concentra la matriz de aluminio, y la inferior en la que se observan las partículas y la porosidad. Tomando los valores de la densidad tomográfica en los puntos de cruce de un mallado suficientemente estrecho se construyó la imagen tridimensional de la densidad pixel en el corte 2 del lingote 3, como se muestra en la figura 3.

Con el fin de comparar el análisis de TC con la estructura real de las muestras, el lingote de material compuesto se cortó en la misma sección que las imágenes tomográficas obtenidas. Con este propósito se utilizó un cortador de hilo (0.5 mm de diámetro) con incrustaciones de diamante, pasando posteriormente esos cortes al análisis por microscopio electrónico

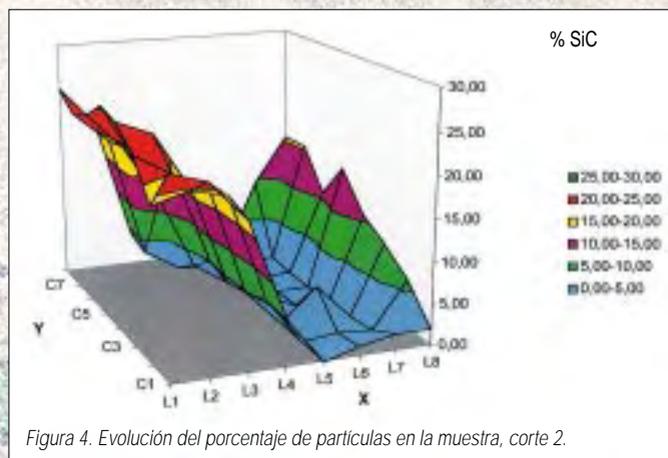


Figura 4. Evolución del porcentaje de partículas en la muestra, corte 2.

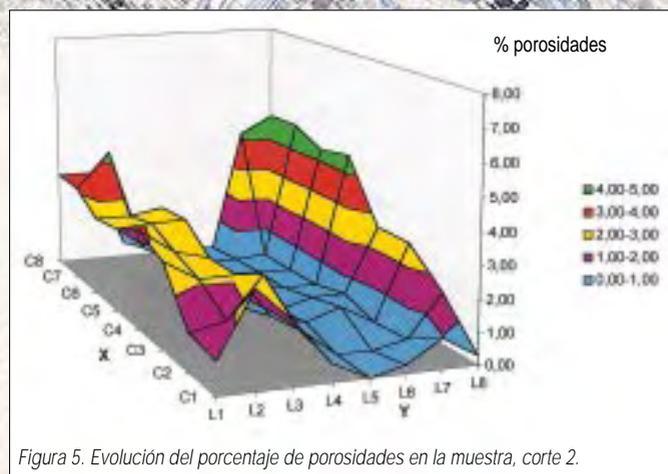


Figura 5. Evolución del porcentaje de porosidades en la muestra, corte 2.

co de barrido (MEB). Para evaluar el porcentaje superficial de matriz, partículas y porosidad, se tomaron 64 imágenes MEB en los puntos de cruce del mallado, y se analizaron cuantitativamente con el empleo del programa VISILOG (las figs. 4 y 5 muestran los resultados obtenidos). Se puede observar la concentración de partículas en el fondo de la muestra, como está previsto, a causa de la técnica de fabricación que se empleó, y la concentración de partículas disminuye hasta el centro de la muestra, donde el porcentaje de porosidad y de partículas es casi nulo. También puede apreciarse un importante porcentaje de porosidad en la parte más alta de la muestra (véase fig. 5).

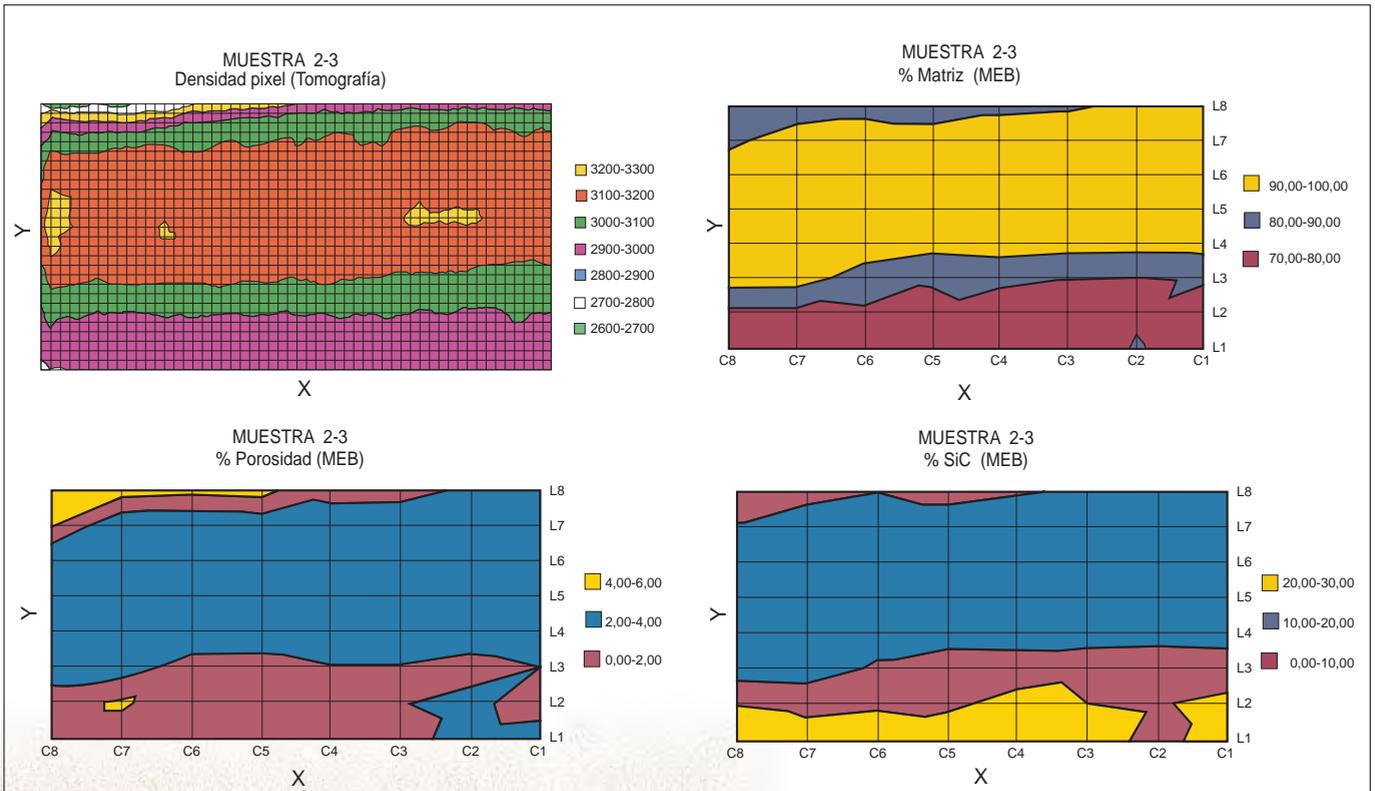
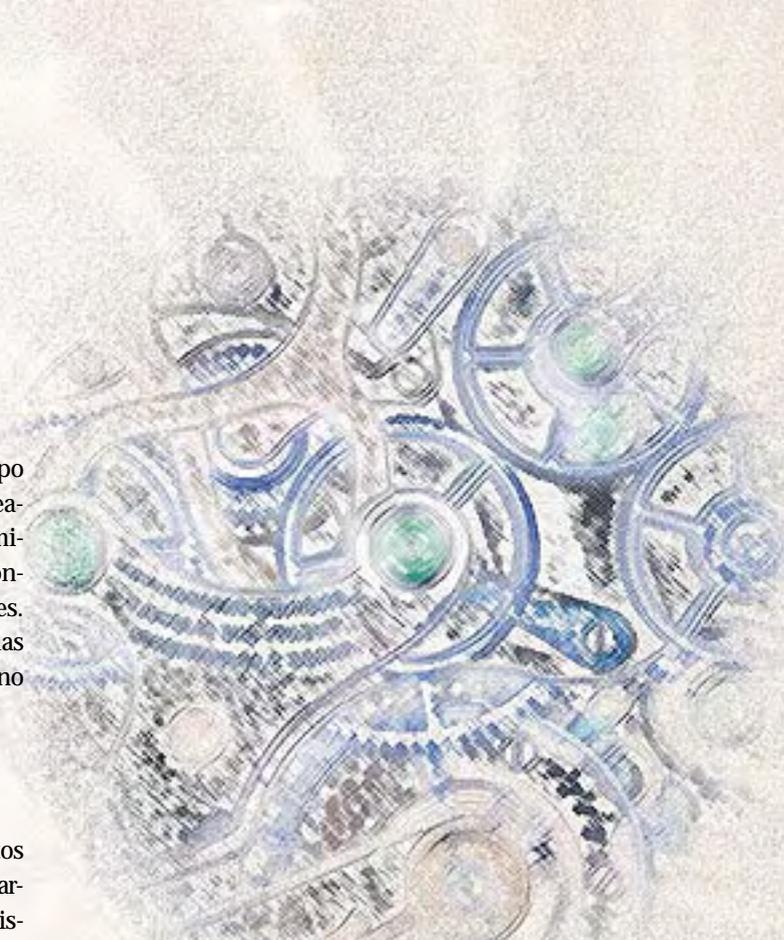


Figura 6. Comparación entre la imagen TC y las imágenes obtenidas por MEB en el corte 2.

Confrontación entre imágenes tomográficas y las obtenidas mediante MEB

Como en otras técnicas de análisis por imagen, el contraste en las tomadas por TC es gobernado por el de los objetos analizados, la resolución en contraste del sistema y el tamaño de las discontinuidades (partículas y porosidad). El contraste en una muestra refiere a la diferencia de los coeficientes de atenuación lineal en el interior de la misma, cuando se incide un haz de radiación, y en el caso de una muestra homogénea, o con baja energía de los rayos X incidentes, o aun con pequeñas diferencias de los coeficientes de atenuación lineal de sus componentes, las imágenes tomográficas obtenidas presentarán un contraste pobre y dificultad para analizarlas. La confrontación entre las imágenes tomográficas y las obtenidas por MEB en el mismo corte de la muestra revelan buena concordancia como se ilustra en la figura 6; por ejemplo, la franja central en rojo de la imagen TC representa, aproximadamente, la densidad pixel de la matriz de aluminio, debido a que en esa región el porcentaje de porosidad y de partículas es casi nulo. Esta franja central es reconocible en las gráficas porcentuales de matriz, partículas y porosidad obtenidas por MEB, y es importante remarcar que el tamaño medio de las partículas y de la porosidad (50-120 μm) en el material compuesto queda fuera de la resolución del aparato de rayos X empleado, resultando im-





posible detectar los defectos individuales sino sólo un grupo de éstos. No obstante, la diferencia entre los coeficientes lineales de absorción de las partículas SiC y de la matriz de aluminio fue suficientemente grande como para producir un contraste adecuado en la densidad pixel de dichos componentes. La densidad pixel para el compuesto reforzado con partículas es del orden de 2 700, mientras que la aleación de aluminio no reforzado es de 3 200.

Aplicación exitosa de la técnica de TC

Los resultados obtenidos en los materiales compuestos analizados muestran que la técnica de TC puede emplearse con éxito para detectar, a escala mesoscópica, la distribución de partículas en la matriz de aluminio. Dichos resultados muestran también una diferencia adecuada entre los coeficientes de absorción de las partículas SiC y la aleación de aluminio, permitiendo lograr un buen contraste en las imágenes tomográficas. Un aparato adecuado de rayos X, y los equipos periféricos para adquirir y manipular la información son las herramientas efectivas en el análisis tomográfico, además de bases sólidas en los principios físicos de la atenuación de los rayos X. Así, con el fin de conocer en detalle el efecto de las partículas y de la porosidad en el análisis tomográfico resulta necesario efectuar mayor número de ensayos experimentales, cuya secuencia, así como la validación de las imágenes tomográficas permitirá depurar esta metodología de análisis.

Agradecimientos

Deseamos manifestar nuestro reconocimiento por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio al Instituto Tecnológico de Celaya, México; al Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París (CNAM), Francia, particularmente al Laboratorio de Tecnologías y Materiales Avanzados, a cargo del profesor Claude Bathias, y al Instituto Francés del Petróleo. Especial mención en nuestro agradecimiento merece el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, sin cuyo valioso apoyo financiero a Mario A. González Garza, estudiante mexicano que prepara su tesis doctoral en el CNAM, habría sido imposible realizar este proyecto franco-mexicano de colaboración. ●

Notas

- ¹ Bossi, R.H., y G.E. Georgeson. "The Application of X-Ray Computed Tomography to Materials Development", *JOM*, September 1991, pp. 8-15.
- ² Mazerolle, F. "Application de la tomodensitométrie X (scanner) a l'étude des états écroui et recuit de l'aluminium (A9-A5)", thèse de doctorat de l'École Pratique des Hautes Etudes, Marseille, 1986.
- ³ Copley, D.C.; J.W. Eberhard, and G.A. Mohr. "Computed Tomography Part I: Introduction and Industrial Applications", *JOM*, January 1994, pp 14-26.
- ⁴ Dennis, M.J. "Industrial Computed Tomography", *General Electric Company, Metals Handbook*, 9th Edition, vol. 17, 1989.
- ⁵ Shlitter, C. "Principe et Utilisation du scanner X a l'Institut Français du Pétrole, septembre 1989.
- ⁶ Wang, Z., and R.L. Zhang. "Mechanical Behavior of Cast Particulate SiC/Al (A356) Metal Matrix Composites", *Metallurgical Transactions A.*, vol. 22A, july 1991, pp. 1585-1593.
- ⁷ Levin, M. and B. Karlsson. "Influence of SiC Particle Distribution and Prestraining on Fatigue Crack Growth Rates in Aluminium AA 6061-SiC Composite Material", *Materials Science and Technology*, July, 1991, vol. 7, pp. 596-607.



Los murciélagos en el área maya

ROBERTO ROMERO SANDOVAL

En distintas religiones del mundo se ha relacionado simbólicamente al murciélago con la sangre, el sacrificio, la fertilidad, la oscuridad y el inframundo, tal vez por sus hábitos nocturnos, por su peculiaridad de volar en la más completa oscuridad y, sobre todo, porque algunos de esos animales en efecto se alimentan de sangre. Al respecto podemos mencionar varios mitos sudamericanos recogidos por Claude Lévi-Strauss en su obra *Mitológicas*, donde hace alusión a ellos; por ejemplo, entre los tacana de Bolivia se menciona la transformación de dos de las hijas de un melero en murciélagos. En cambio, en un mito de los uitotos de Brasil se habla de una chica loca por la miel, quien posteriormente es reemplazada por murciélagos caníbales.¹ Además, según narra la leyenda, los murciélagos fueron capaces de arrancarle a un indio la primera carcajada, pues desconocían el lenguaje articulado y no podían comunicarse más que a través de cosquilleos, de acuerdo con el mito de los kayapo-gorotire de la Gran Amazonia:

Un hombre se había quedado de jardinero mientras sus compañeros cazaban. Sediento, se dirigió a un manantial que conocía en el bosque cercano y, cuando iba a beber, percibió un murmullo extraño que venía de arriba. Alzó la mirada y vio un ser desconocido colgado de una rama con los pies. Era Kuben-niepré, ser de cuerpo humano pero con alas de murciélago.

El ser descendió, [pero como] ignoraba el lenguaje de los humanos se puso a acariciar al hombre para manifestarle sus intenciones amistosas. Su ternura entusiasta se ejercía mediante manos frías y uñas puntiagudas, y el cosquilleo arrancó al hombre la primera carcajada.²

*“Al matar a nuestras víctimas,
la sangre deja de ser sangre
y se convierte en vida.”*

Anne Rice, *Lestat, el vampiro*.



En relación con la sangre, se menciona en el mito sherené (grupo amerindio de la Gran Amazonia) que los murciélagos nacen de la cavidad abdominal de un ogro que se alimenta de jóvenes. En cambio, entre los aguaruna de Perú se tiene la tradición de que los vampiros surgen de la sangre de la familia de los indios, exterminada por el demonio Aétsasa, quien los decapitaba para reducir sus cabezas. Además, en el mito matakó (tribu localizada al norte de Argentina) se dice que un demonio-murciélago, casado con una mujer, y furioso porque ésta no le daba de beber, decapitaba indios y acumulaba sus cabezas en el árbol hueco donde vivía.³

En los anteriores mitos vemos una clara asociación entre el murciélago, la sangre y la decapitación, y en cuanto a su vínculo con la fertilidad, los *kogi* de la sierra de Santa Marta, en Colombia, lo asocian con el ciclo menstrual de la mujer: “¿Te ha mordido el murciélago?”, se preguntan las mujeres para saber si alguna está indispuesta, y al respecto, los jóvenes consideran que una muchacha núbil ya es mujer cuando el murciélago la ha mordido.⁴ Esta tradición incluso la tenemos presente en nuestro país, pues las madres les recomendaban a sus hijas que si alguien las llegaba a descubrir menstruando le dijeran que un murciélago las había mordido.

La relación entre la sangre menstrual, los órganos femeninos y masculinos y el murciélago es muy estrecha, pues entre los mitos nahuas, se relata que: “estando Quetzalcóatl lavándose, eyaculó; el semen cayó sobre una piedra de la que nació el murciélago que enviaron los dioses a morder dentro de la vulva de Xochiquetzal. Con la parte arrancada a esta diosa, los dioses hicieron flores de mal olor que llevaron a Mictlantecuhli”.⁵

En cambio, en Australia existe la leyenda de que el quiróptero surgió del prepucio cortado en el rito de iniciación de

los varones, y además, en esta misma tradición, la presencia del murciélago tiene una connotación de muerte.

Los murciélagos del área maya

Los hábitos nocturnos del murciélago, su capacidad de volar en absoluta oscuridad y, sobre todo, el que algunas especies se alimenten de sangre ha provocado que el hombre, en diferentes contextos culturales, lo incluya en sus creencias religiosas; por ejemplo, actualmente, en diversas regiones de nuestro país se le asocia como representante del demonio, como compañero de las brujas, etc., además de que, con frecuencia, suele representarse la figura del diablo con alas de murciélago.

En Chiapas, es generalizado el odio que el campesino siente por los murciélagos, a los que denomina “chinacos”, ya que piensa que se alimentan de sangre humana. Pero, en realidad, en su gran mayoría son benéficos, porque algunos de ellos se alimentan de insectos y, a su vez, actúan como polinizadores, aunque existe una especie frugívora que suele ensuciar las paredes con sus deyecciones. Desde luego que también existen los quirópteros perjudiciales, como los hematófagos o devoradores de sangre, y de estos últimos existen dos especies, una de ellas la del verdadero vampiro.

Sin embargo, como hemos señalado en líneas anteriores, los murciélagos son por lo general muy útiles, pues algunos datos han demostrado que desde que inician sus correrías nocturnas capturan en promedio tres gramos de insectos. Otra utilidad que tienen estos animales, y que la mayoría de las personas no percibe, es que actúan como dispersores de semillas, en especial los frugívoros, que transportan fruta a cierta distancia y, al tirarla, hacen un eficiente trabajo de dispersión vegetal.



Se conocen aproximadamente 168 géneros y 853 especies en el mundo. Nada más en Chiapas, se tiene consignado que viven 91 especies de murciélagos, más varias razas o subespecies, y entre ellas sólo dos se alimentan de sangre.⁶

El murciélago mesoamericano

En náhuatl, murciélago se dice *tzinacantli*; en maya, *zo'tz*, y *piquiteziña* o *quiti piciña* en zapoteco. Los dos primeros nombres lo designan como “animal peludo”, mientras que en zapoteco significa “piel de ratón”. Sabemos además que la palabra murciélago se usaba para designar varios sitios mesoamericanos; así, por ejemplo, tenemos el pueblo de Tzinacantepec, en el valle de Toluca, de donde procedían los tzinacantecas; además, el nombre de Tzinacatán es el de una ciudad maya habitada por *tzotziles* (gente del murciélago), y hay otro Tzinacatán en el extremo sureste de Guatemala.

Antonio Caso e Ignacio Bernal, en su obra *Urnas de Oaxaca* (1952), encuentran la mención del murciélago en varios manuscritos de la región mixteco-poblana y en el *Códice Borbónico*, en este último representado como un sacerdote disfrazado de murciélago, presidiendo las ceremonias del mes *ochpaniztli*, dedicado a Toci o Tlazoltéotl. En ambos casos el murciélago se encuentra ampliamente relacionado con el culto al maíz y a la fertilidad. Por otra parte, en Monte Albán hemos detectado la mayor cantidad de representaciones de este animal en urnas, braseros, vasijas, vasos en forma de garra y silbatos, pero en la mayoría de los casos, aparece con características humanas, y casi nunca en forma naturalista; además, es una de las principales deidades del panteón zapoteca.

En este sentido, los antiguos mayas no serían la excepción, puesto que el murciélago ocupó un lugar importante en su pensamiento religioso. El hecho de que estos animales vivan en cuevas y sean preferentemente nocturnos hizo que el hombre maya lo relacionara con el mundo subterráneo. Los quirópteros, por tan-

to, son destructores de la vida y devoradores de la luz; además también aparecen asociados con deidades, como sus acompañantes y como indicadores del tiempo.

El murciélago, la sangre y el sacrificio por decapitación entre los mayas

Como el murciélago o vampiro es el único animal que chupa sangre de seres vivos, es de pensar que los mayas lo asociaran con los sacrificios cruentos. En el *Popol Vuh* se dice que el cuarto lugar de castigos en el Xibalbá es la Casa de los Murciélagos: “Zotzi-ha, la Casa de los Murciélagos, se llamaba el cuarto lugar de castigo. Dentro de esta casa no había más que murciélagos que chillaban, gritaban y revoloteaban en la casa. Los murciélagos estaban encerrados y no podían salir.”⁷ Es decir, que uno de los niveles del inframundo –denominados en el texto “lugares de tormento”– era la morada de los murciélagos. Al respecto, Laura Sotelo señala que más que tratarse de lugares de castigo, el texto se refiere a las dificultades que pasan los muertos en su descenso al inframundo, o mejor, las pruebas que los iniciados sufren para alcanzar la inmortalidad.⁸ El mensajero de este lugar era un gran murciélago, y nos dice el texto quiché: “Pusiéronlos entonces [a Hunahpú e Ixbalanqué] en la Casa de los Murciélagos. No había más que murciélagos dentro de esta casa, la casa de Camazotz “Murciélago de la muerte”, un gran animal, cuyos instrumentos de matar eran una punta seca, y al instante perecían los que llegaban a su presencia.”⁹

Cuenta el *Popol Vuh* que un día los señores de Xibalbá enviaron a los gemelos míticos a la Casa de los Murciélagos para aniquilarlos por estar jugando a la pelota:

Estaban, pues allí dentro, pero durmieron dentro de sus cerbatanas. Y no fueron mordidos por los que estaban en la casa. Sin embargo, uno de ellos tuvo que rendirse a causa de otro camazotz que vino del cielo y por el cual tuvo que hacer su aparición.

Estuvieron apiñados y en consejo toda la noche los murciélagos y revoloteando: “*Quilitz, quilitz*,” decían; así estuvieron diciendo toda la noche. Pararon un poco, sin embargo, y ya no se movieron los murciélagos y se estuvieron pegados a la punta de una de las cerbatanas.

Figura 1. Códice Vaticano B, p. 24.

Dijo entonces Ixbalanqué a Hunahpú: –¿Comenzará ya a amanecer?, mira tú.

–Tal vez sí, voy a ver, contestó éste.

Y como tenía muchas ganas de ver afuera de la boca de la cerbatana, y quería ver si ya había amanecido, al instante le cortó la cabeza camazotz y el cuerpo de Hunahpú, quedó decapitado.¹⁰

Al murciélago decapitador, que aparece mencionado en el *Popol Vuh*, aún no lo encontramos en representaciones plásticas mayas, aunque el que se observa en la página 24 del *Códice Vaticano B*, bien puede ejemplificar el mito quiché (véase fig. 1). En él hay un personaje con los atributos del quiróptero, sosteniendo entre sus manos sendas cabezas de las que emanan chorros de sangre, y podemos afirmar que se trata de este animal por el cuerpo rojizo, las alas y, sobre todo, por el rasgo característico del murciélago, su apéndice nasal en forma de herradura o “silla de montar”, según lo denomina Antonio Caso. Es interesante encontrar la representación del murciélago decapitador en dicho códice, porque nuevamente aparece entre las culturas de Oaxaca, en este caso del área mixteca; además, la misma escena figura en otros códices mixtecos, como son los del grupo Borgia, el *Féjervary-Mayer*, (49), y el *Borgia*, (41).

En el *Códice Féjervary-Mayer* (véase fig. 2) se ve un personaje con los atributos de murciélago, agitando en una de sus manos un corazón, y en la otra la cabeza de un decapitado. En cambio, en el *Códice Borgia* (véase fig. 3) vemos, además de un murciélago decapitador, la presencia del dios de la muerte, lo que nos permite advertir la estrecha relación entre ambos seres. Esto es más claro en las representaciones plásticas mayas, pues el murciélago porta en su tocado los ojos del dios de la muerte, y en sus alas presenta, en algunos casos, fémures cruzados u ojos, que parecen simbolizar a este dios.

Por otro lado, Ferdinand Anders, Maarten Jansen y Gabina Aurora Pérez Jiménez, en la introducción y explicación al *Códice Féjervary-Mayer*, mencionan que en el *Códice de Tututepetongo o Porfirio Díaz*, aparece de nuevo un murciélago decapitador, relacionado con las imágenes anteriormente mencionadas. A más de esto, y debido al gran número de representaciones de murciélagos en las culturas de Oaxaca, creemos que en esta zona se dio con mayor arraigo el culto a este animal, extendiéndose posterior-



Figura 2. Codice Féjervary-Mayer, p. 49.



Figura 3. Códice Borgia, p. 41.

mente a toda Mesoamérica. Sin embargo, tales representaciones no corresponden a lo que en la zoología conocemos como murciélago, sino al vampiro, ya que esta especie se alimenta de sangre y, en varios casos, de sangre humana. Así, la presencia de éstos en dichas escenas nos hace pensar que el murciélago estaba presente en los rituales mayas por decapitación.

Respecto al ritual por decapitación entre los antiguos mayas, Nájera menciona que separar la cabeza del cuerpo humano fue uno de los ritos practicados por ellos, pero no ha sido posible identificar en cuáles ceremonias se llevaba a cabo; sólo tenemos testimonio de ello por algunas representaciones plásticas. No obstante, según los datos obtenidos, el ritual estuvo relacionado con la cabeza trofeo del juego de pelota, el murciélago y el ritual agrícola.¹¹ Un hecho interesante es que en las alas del murciélago decapitador del *Códice Vaticano B* aparecen algunos elementos del jaguar; es decir, que se puede pensar que ambos seres compartían ciertos vínculos, pues en otras religiones el jaguar y el murciélago están íntimamente relacionados, dado el carácter nocturno de ambos, y en la concepción prehispánica el jaguar es también una deidad de la oscuridad y el inframundo.

El murciélago, por tanto, resulta un ser doblemente sagrado en el pensamiento maya; primero, porque la sangre es el alimento vital para los dioses, y este ser es de los pocos que se alimentan de sangre humana, y segundo, porque a este animal se le confirió la tarea de efectuar el sacrificio por decapitación, acto que sólo podía realizar un dios o un sacerdote después de un rito iniciático. Para afirmar lo antes dicho nos hemos basado tanto en las representaciones de los códices como en diversas piezas de cerámica maya con figuras de murciélago, procedentes de Chamá, en el Petén guatemalteco (véanse figs. 4, 5 y 6). En ellas aparece un personaje ataviado como el quiróptero, con las alas extendidas, y un glifo *akbal* sobre la cabeza, que simboliza oscuridad e inframundo; de su boca sale una especie de voluta de humo, que algunos autores han relacionado al “anciano de Palenque” tanto con el dios *L*, como con un chamán en trance, debido a la presencia de este elemento.

Ahora bien, en la primera parte del *Popol Vuh* se menciona que después de que los dioses crearon a los hombres de madera, al ver que éstos no tenían alma ni entendimiento decidieron aniquilarlos, y para ello, enviaron del cielo una gran cantidad de resina. Además, mandaron a Xocotcovach para vaciarles los

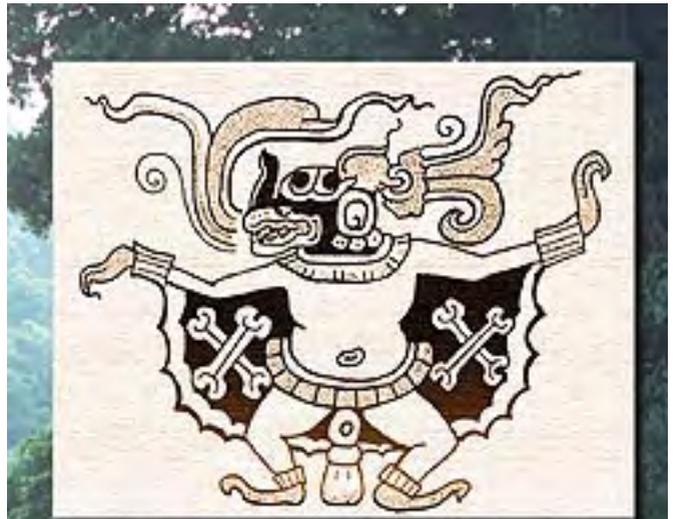


Figura 4. Vasija maya, periodo clásico. Cherry, John, Mythical Beasts.



Figura 5. Vasija maya, periodo clásico, Chamá, Petén guatemalteco. Coe, Michael, Old Gods and Young Heroes: The Pearlman Collection of Maya Ceramics.



Figura 6. Vasija maya, periodo clásico, Chamá, Petén guatemalteco. Robicsek, Francis, Copan.

ojos; a Camalotz para cortarles la cabeza, y a Cotzbalan para devorarles la carne, así como a otros seres para completar su exterminio de la faz de la tierra. En cuanto al Camalotz que aparece mencionado en esta parte del texto, y que posteriormente cambia por Camazotz (murciélago de la muerte), yo creo que el escribano se equivocó a la hora de escribir el nombre y cambió la “l” por una “z”. Por otro lado, en el *Popol Vuh* se menciona que para descender al inframundo los gemelos míticos necesitaron de guías, y en este caso se trataba de cuatro búhos: Chabi-Tucur (Búho flecha), Huracán-Tucur (Búho de una pierna), Caquiex-Tucur (Búho guacamaya) y Holom-Tucur (Cabeza de búho).

Más adelante encontramos en el texto quiché diversas alusiones a otros mensajeros de los dioses del inframundo, aunque generalmente no se explica si se trata o no de búhos. Cierta referencia señala que un mensajero de Xibalbá, que se presenta ante Balam-Quitze, Balam-Acab, Muhucutah e Iqui-Balam, “tenía alas como las alas de murciélago”,¹² y ello nos permite pensar que en el pensamiento maya al murciélago también se le consideraba como mensajero de los dioses, y no sólo de los del inframundo sino también de los celestes. Recordemos que en un pasaje del mismo libro se menciona que Camalotz vino del cielo para presentarse ante Hunahpú e Ixbalanqué.

En resumen, podemos decir que el murciélago es una deidad del inframundo, ampliamente relacionada con otras, como el dios de la muerte, así como con varios animales considerados sagrados en el pensamiento maya, tales como, la serpiente, el jaguar y el búho. Con este último comparte los atributos de mensajero de los dioses, pero no sólo de los del inframundo sino también de los celestes, lo cual nos habla de que el murciélago es ambivalente, y puede trascender por ambos niveles del cosmos. El quiróptero aparece desde la creación del hombre maya, justo en la etapa de los hombres de madera, y asimismo ocupó un lugar determinante en los rituales por decapitación, ya que él o un sacerdote con los atributos de murciélago era el encargado de ejecutar este cruento rito. 🌀



Bibliografía

- Alvarez del Toro, Miguel. *Los mamíferos de Chiapas*, México, 1991, Gobierno del Estado de Chiapas-Consejo Estatal de Fomento a la Investigación de la Cultura, Instituto Chiapaneco de Cultura, pp. 24-36.
- González Torres, Yólotl. *Diccionario de mitología y religión de Mesoamérica*, con la colaboración de Juan Carlos Ruiz Guadalajara, México, 1991, Ediciones Larousse.
- Lévi-Strauss, Claude. *Mitológicas*, v. 1 “De la miel a las cenizas”, vol. 2 “Lo crudo y lo cosido”, México, 1982, Fondo de Cultura Económica.
- Popol Vuh: las antiguas historias del Quiché*, trad. e introd. de Adrián Recinos, México, 1976, *Fondo de Cultura Económica*, 185 p.
- Nájera Coronado, Martha Illia. *El don de la sangre en el equilibrio cósmico. El sacrificio y autosacrificio entre los antiguos mayas*, México, 1988, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Mayas.
- Sotelo Santos, Laura Elena. *Las ideas cosmológicas mayas en el siglo XVI*, México, 1988, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Mayas, (Serie Cuadernos, núm. 19).

Referencias

- ¹ Lévi-Strauss, v. II, 1982, p. 318.
- ² *Ibid.*, v. I, 1982, pp. 124 y 125.
- ³ *Ibid.*, v. I, p. 319.
- ⁴ *Ibid.*
- ⁵ González, 1991, p. 123
- ⁶ Alvarez, 1991, pp. 24-36.
- ⁷ *Popol Vuh*, ed. 1976, p. 56.
- ⁸ Sotelo, 1988, p. 84.
- ⁹ *Ibid.*, p. 88.
- ¹⁰ *Ibid.*, p. 89.
- ¹¹ Nájera, 1988, p. 170.
- ¹² *Ibid.*, p. 113.

Sobre la medida del tiempo

D

ecían los filósofos griegos que el tiempo es la medida del cambio en el universo. Todos coincidimos en que el ser humano ha necesitado medir el tiempo al percatarse de su existencia, y es claro que desde muy temprano reconoció una secuencia de mediano plazo, relacionada con las cuatro estaciones, secuencia que conocemos como año.

El nombre de año proviene del latín *annus*, que se puede traducir como anillo y sugiere un fenómeno cíclico (de donde viene también siglo), es decir, un fenómeno recurrente; pero hay varios tipos de años, siendo el año civil el que más usamos, que es el periodo de tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta completa alrededor del Sol. Otros tipos de años son el anomalístico, el draconiano, el trópico y el sideral, cuyas definiciones se hallan en una buena cosmografía.

Un periodo de corto plazo que fue usado desde la antigüedad fue el mes, dictado por la Luna, ciclo que los antiguos utilizaban, dada su evidencia y relativa sencillez, para determinar las fases de ésta, y al cual llamamos mes sinódico; también existen varios tipos de meses como el mes sideral, de extensión invariable, que se computa a partir del día sideral.

Un periodo más corto aún es el día, y días también hay varios, siendo el sideral el que tiene una duración de 24 horas 56 minutos con 4.09 segundos y que corresponde a una revolución de la Tierra cuando ésta se halla en el punto vernal, situado en la intersección del plano de la eclíptica con el ecuador; el día solar, cuya duración se mide por el paso consecutivo del Sol por el meridiano del lugar, y el día civil, que todos empleamos y que nos indican los relojes.

Horas, minutos y segundos

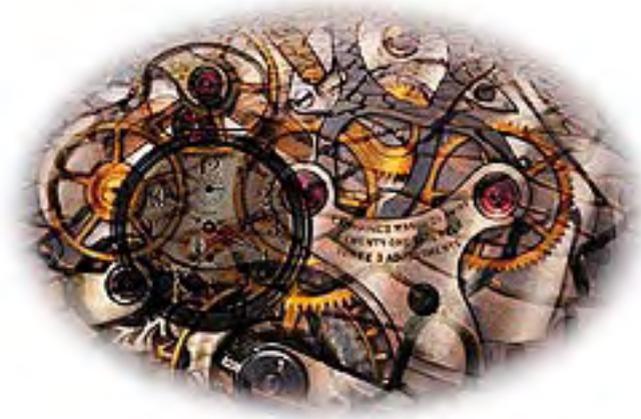
El día se dividió en horas, cómputo probablemente de origen caldeo, pero con el advenimiento de los relojes mecánicos, ocurrido a principios del primer milenio, surgieron los “minutos” (en latín, divisiones pequeñas) y con ellos la manecilla minuteru para indicarlos. En el siglo XVII, Galileo estudió el péndulo y Huygens lo aplicó al reloj, con lo que la medición del tiempo se perfeccionó y aparecieron los “segundos minutos” (segundas divisiones más pequeñas) o simplemente segundos, como los conocemos ahora, con su correspondiente segundero. En el siglo XVIII, J. Harrison perfeccionó en Inglaterra el reloj marino a base de escape y volante y, con él, fue posible la navegación precisa y confiable.

El tiempo atómico

En este siglo, la medida del tiempo ha llegado a los femtosegundos (la unidad más pequeña de tiempo), gracias primero a la electrónica y los relojes a base de un bulbo oscilador controlado por un cristal de cuarzo, bulbo que en 1960 se sustituye por el transistor. Paralelamente se desarrolla el reloj atómico, basado en el cesio, y en la actualidad, gracias a los satélites del sistema GPS (Global Positioning System), se mantienen en el planeta 230 relojes atómicos sincronizados y se conoce el tiempo con errores menores a un milisegundo en mil años.

La unificación de las fechas

Si se toma en cuenta que entre año, mes y día no existe una relación de números enteros, el conciliar días con meses y con años no ha sido una tarea fácil; desde la antigüedad, hasta fechas muy recientes, la medida del tiempo la ha llevado cada grupo humano en forma arbitraria y en general distinta. Fue en Roma, con la Reforma Juliana (calculada por el griego Sosígenes en el año 45 a.C.), donde se hizo el primer intento de unificación de fechas del calendario, que viene de *calendas*, palabra etrusca que designaba el primer día del mes y que los romanos convirtieron en *calendarium*, o libro de contabilidad indicador del pago de facturas al principio de



cada mes. Como siempre ha habido tramposos no faltaban quienes adelantaran las fechas y abusaran del ciudadano común que muchas veces no sabía contar.

Sin embargo, la Reforma Juliana no dio los frutos esperados por César; tomemos como ejemplo el inicio del año, que por tradición de la Roma antigua comenzaba el primero de marzo y que se trasladó, el año 337, al 25 de diciembre por orden del papa Julio I.

El comienzo de nuestra era

En el año 530, el fraile Dionisio el Pequeño propuso abandonar la cuenta del comienzo de los años a partir de la fundación de Roma (*Ad urbe condita*), e iniciar una nueva era partiendo del nacimiento de Jesucristo; Dionisio hizo sus cuentas y fijó el Año Uno del comienzo de la Era Cristiana para el primero de enero inmediato siguiente al nacimiento de Jesús.

Más cambios

Con posterioridad volvió a cambiar el comienzo del año al primero de marzo, con Numa Pompilio hacia el año 750, y a éste siguieron otros cambios, hasta que se fijó definitivamente durante el reinado de Carlos IX en 1560, con el edicto de Rosellón.

En 1582, el Papa Gregorio realizó otra reforma para ajustar el error acumulado desde los tiempos de Julio César, y en ella, el calendario se adelantó 10 días, lo que suscitó el que los artesanos reclamaran su pago. Esta reforma gregoriana para nada se llevó a cabo de inmediato, sino que tomó varios siglos para mundializarse; como ejemplo, Alemania, Suiza y los Países Ba-

jos la adoptaron en 1700, Noruega, Gran Bretaña y Suecia en 1752, Japón en 1873, China en 1911, Grecia y Rusia en 1923 y Turquía en 1926.

Los franceses hicieron un fallido intento de “decimalizar” el calendario, después de la revolución de 1789, cuando se intentó establecer el año de diez meses, el día de diez horas, etc., pero la propuesta no dio resultado.

El tiempo en América

De este lado del Atlántico, debemos mencionar el calendario azteca con sus 18 meses de 20 días cada uno, más cinco días *Nemontemi* (nefastos también para los romanos), días que no tenían nombre. Este calendario estaba basado en el de los mayas, cuyos astrónomos habían logrado extraordinaria exactitud en la medida del tiempo, por medio del estudio estadístico del acontecer celeste.

La hora en la capital mexicana

En México, a fines del siglo pasado, antes de que existiera el Observatorio de Tacubaya, don Francisco Díaz Covarrubias diariamente observaba con su telescopio, situado en uno de los patios del Palacio Nacional, el paso de la “estrella en turno” por el meridiano del lugar y así reajustaba al segundo un precioso y preciso reloj de péndulo compensado, que era el patrón de tiempo para el país. Al día siguiente, minutos antes de las 12 del día, don Francisco mandaba izar una esfera roja adosada a un mástil situado en dicho patio, esfera que era observada desde el reloj de la Catedral; cuando ésta llegaba al extremo del mástil y se detenía, el relojero de Catedral ponía las manecillas en punto de las doce y sonaban las doce campanadas para hacer saber la hora a los capitalinos, quienes ponían a su vez sus relojes a tiempo.

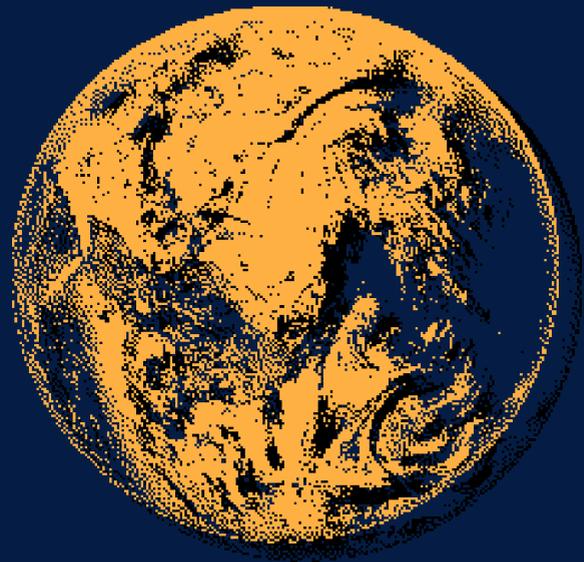
Así, cuando había que presumir de puntual, los capitalinos decían con orgullo: “Tengo mi reloj con la hora de Catedral...”

Marzo

Todos hemos oído hablar de los idus de marzo, que eran fechas del calendario eclesiástico romano, correspondientes a los días 15 de los meses de marzo, mayo, julio y octubre, y a los días 13 de los otros meses del año; para Julio César, el de marzo del año 44 a.C. fue funesto. Sin embargo, él, años antes, ordenó la reforma del calendario que, para entonces ya había acumulado un error de más de 90 días respecto al dictado por el Sol.

El 3 de marzo, Venus pasará, a tan sólo dos tercios de grado de Urano, y es una oportunidad única para observarlo, aunque no es fácil de identificar en el telescopio, por la cantidad de estrellas parecidas a él, pero con binoculares de 10 aumentos, montados en un tripie o con un telescopio de 5 cm de diámetro Urano alcanzará a distinguirse perfectamente. Venus es ahora “lucero de la mañana” y se halla en la constelación Sagittarius, visible desde una hora antes de que salga el Sol.

El día 20 a las 01:36, ocurrirá el equinoccio de primavera



Un paseo por los cielos de marzo y abril del 2000

en el hemisferio norte y el de otoño en el hemisferio sur. Es el día en que el Sol, en su trayectoria aparente, cruza el plano de la órbita de la Tierra (eclíptica) de sur a norte, y como su nombre lo indica el día y la noche tienen la misma duración, en ambos hemisferios.

El 22 del mes a la media noche, Ceres, el primer pequeño planeta del cinturón de asteroides descubierto en 1801 por Piazzi, se hallará en oposición respecto a la Tierra. Se encuentra en la constelación Virgo y ese día pasará medio grado al norte del objeto Messier M-88, galaxia espiral que forma parte del cúmulo de galaxias de Coma Berenices, muy interesante también, pero se requiere de un telescopio ecuatorial para poder seguirlo y comprobar su movimiento orbital respecto a las estrellas y a la propia galaxia M-88.

Abril

Hasta medio mes, los planetas Júpiter y Saturno estarán en conjunciones subsecuentes con Marte, espectáculo bellissimo, visible al oscurecer en la constelación Aries. En efecto, el día siete, Marte pasará a un grado de Júpiter y después, el 16, a dos grados al norte de Saturno.

El día 11, Marte, Júpiter y Saturno se hallarán dentro de un círculo de cinco grados, formando entre ellos un triángulo equilátero. Se recomienda no perderse de ver esta conjunción.

Coordenadas de los planetas distantes
(30 de marzo)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	21 horas 32' 14"	-16 grados 17' 19"
NEPTUNO	20 horas 35' 21"	-18 grados 05' 10"
PLUTON	16 horas 49' 11"	-11 grados 02' 43"

El día 28, les toca a Venus y a Mercurio estar en conjunción en la madrugada; aunque Mercurio se hallará en su máxima elongación oeste (a 28 grados del Sol), esta conjunción es difícil de observar porque ambos planetas estarán angularmente cerca del Sol y relativamente bajos en el horizonte matutino.

Lluvias de estrellas

En el bimestre ocurrirán cuatro lluvias de estrellas: en marzo, las Virgínidas con varios picos a lo largo del mes, y las Gamma-Nórmidas del día 14. En abril, las Líridas del día 22 y las Pi-Púpidas del día 24, pero por estar la Luna muy brillante ninguna de las lluvias resultará espectacular. 🌠

Fases de la luna

	Perigeo día/hora	Apogeo día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora
MARZO	14/18	27/11	 5/19	 13/01	 19/20	 27/18
ABRIL	8/16	24/06	4/12	11/07	18/12	26/13

Ciencia, prensa y vida cotidiana

L

a Biblioteca del Estudiante Universitario es una colección de obras que edita la Universidad Nacional Autónoma de México desde 1939 con el propósito de dotar al joven profesionista de una cultura general sobre México. Se trata de volúmenes que reúnen textos escogidos de literatura e historia, presentados por especialistas. La BEU, como es conocida en el ámbito

de las humanidades de la Universidad, vale precisamente no sólo por la cuidadosa selección de fragmentos de obras poco asequibles en bibliotecas y librerías sino por los prólogos de los antologadores que le han conferido fama y prestigio a los cerca de 130 títulos que la conforman hasta la fecha. Este buen andar de la colección lo han cuidado distinguidos directores como su fundador Francisco Monterde, Agustín Yáñez, José Emilio Pacheco, Roberto Moreno de los Arcos y, actualmente, Fernando Curiel. Sin embargo, como anota Roberto Moreno, en el catálogo publicado en 1989, “la BEU es una gran empresa universitaria ajena a personalismos” bajo el cuidado de la Coordinación de Humanidades. Dedicamos con gusto la *friolera* de este número a la celebración de esta colección de libros que cumple 60 años. Para ello recogemos algunos fragmentos de un volumen que apareció este año con el título de *Lecturas geográficas mexicanas siglo XIX*, preparado por Héctor Mendoza Vargas. Este libro muestra, entre otras cosas, el interés con que el añejo *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, se ocupaba en dar a conocer los resultados de las investigaciones que realizaban los eruditos miembros de la Sociedad sobre la difícil y, paradójicamente, hermosa geografía de nuestro territorio. Presentamos el artículo de Ignacio Fuentes, “Geografía Médica”, publicado en el *Boletín* durante su segunda época, en 1869. Confío en que este trabajo interesará al paciente lector este 1999 en que la naturaleza mostró en diversas partes del país su fuerza devastadora.

...si hubiera sabido explicar en qué consiste que el chocolate dé espuma, mediante el movimiento del molinillo; por qué la llama hace figura cónica, y no de otro modo; por qué se enfría una taza de caldo u otro licor soplándola ni otras cosillas de éstas que traemos todos los días entre manos.

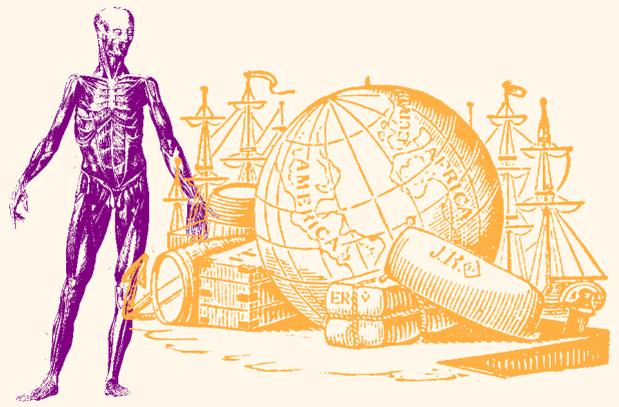
El periquillo sarniento

Geografía médica

El trabajo que tengo la honra de presentaros es uno de los que debía figurar más bien en una sociedad médica, por ser más análogo y tener una relación íntima con los estudios de la facultad; pero considerando que el grandioso objeto con que fue instituida la Sociedad de Geografía y Estadística mexicana, abraza todos los ramos que bajo el punto de vista de la utilidad pública pueden contribuir a la prosperidad general de nuestro país, no lo creo inoportuno, y antes bien he confiado en que sería aceptado con benignidad por una reunión compuesta de personas ilustradas, amantes de su patria y del bien público y capaces de comprender muy bien la utilidad de los estudios de que se trata en la siguiente *Memoria*, que espero será vista como una pequeña prueba del deseo que me anima por el engrandecimiento de la Sociedad.

Riquezas naturales y enfermedades

Para demostrar la importancia de los estudios geográficos, en general, nos bastará hacer una breve reseña de los adelantos que ha hecho en México este ramo de la ciencia, y de la inmensa utilidad que debe prestar a un país, cuyos elementos de prosperidad y riquezas naturales permanecen todavía desconocidos en mucha parte y muy poco explotados. A los esfuerzos de muchos mexicanos ilustrados y amantes del progreso nacional, más bien que a los gobiernos que bajo diversas formas nos han regido, se debe el fruto e incremento que de algunos años acá ha producido el estudio de la Geografía médica. La Sociedad que con este nombre se halla establecida en la capital y ramificada en los Estados ha demostrado por sus escritos y por el considerable número de cartas geográficas que ha publicado y sigue publicando, el decidido empeño, acendrado patriotismo y amor a la ciencia que caracteriza a los respetables miembros que la componen, y la entusiasta cooperación que han prestado para el fomento de un ramo tan interesante, sin cuyo estudio permanecerían todavía sin explotarse varios elementos de prosperidad en los que abundamos; pero que por falta de industria y brazos que la desarrollen han quedado sin muchas de las aplicaciones de que han sabido aprovecharse los que por su actividad e inteligencia superiores, conocen la riqueza de nuestro país y la calidad de sus productos que, bajo muchos aspectos, nada dejan que desear ni habrá necesidad de importar del extranjero.



Los tres reinos de la naturaleza son efectivamente ricos y preciosos en nuestro territorio; muy poco tendremos que enviar al Viejo Mundo; mas en medio de tanta prosperidad, hay un germen devastador que destruye nuestras poblaciones. Bajo el variado y hermoso aspecto de nuestros climas, en medio de una exuberante y fructífera vegetación, en el litoral de los dos Océanos que bañan nuestras costas, y aun en el interior de las más bellas poblaciones se desarrollan endémica o epidémicamente afecciones morbosas, que abreviando la vida de sus habitantes o impidiendo que disfruten de la salud indispensable para el trabajo y fomento de la industria, no permiten que haya podido llegar nuestra desgraciada nación al estado de engrandecimiento y progreso que han deseado todos los mexicanos.

Al lado de los mayores bienes que podemos disfrutar, se encuentran varias enfermedades que lenta o violentamente diezman las poblaciones: causas constantes de insalubridad ejercen su destructora acción sobre los habitantes de climas impropios para la conservación de una buena salud y de la vida. Si a estas causas agregamos la funesta destrucción que nuestras divisiones intestinas han producido, encontraremos de luego el motivo poderoso que ha contribuido a que México no ocupe todavía el rango que le pertenece en el orden de las naciones cultas.

El estudio de la Geografía

De lo dicho se infiere que el estudio de la geografía del país, no sólo debe abrazar el de su topografía y producciones naturales, el de las ventajas que de ellas puedan sacarse, el del grado de civilización y progreso en que se encuentre y el de las demás circunstancias favorables a las comodidades sociales; es indispensable también que estemos impuestos de los inconvenientes que pueda acarrear a nuestra salud la habitación de tal o cual clima. El extranjero que se decide a abandonar su patria para venir a habitar a un país como México que le brinda con sus riquezas un porvenir halagüeño de industria y prosperidad, ignora muchas veces o tiene informes inexactos del estado sanitario de los lugares que le conviene escoger para su residencia; puede suceder que en medio de tantos goces y abundancia encuentre la muerte o una enfermedad que destruya lentamente su existencia. Es indispensable, pues, que sepa elegir el

clima que más convenga a su constitución y modo de vivir, para que disfrute de las ventajas que proporciona una buena salud, que es uno de los bienes más apetecibles de la vida. Así como cada país posee su reino vegetal y mineral característicos, también tiene un reino patológico que le pertenece, tiene sus enfermedades propias y exclusivas. Las localidades y las estaciones imprimen a los fenómenos patológicos cambios muy notables y cuyo estudio contribuye a uno de los ramos [más] importantes de la medicina bajo el aspecto de la higiene pública y de la terapéutica.

Definición e importancia de la Geografía médica

La Geografía médica tiene por objeto el conocimiento de las modificaciones que la influencia de los diversos climas ejerce sobre nuestra organización; y además es el estudio de las leyes que presiden a la distribución de las enfermedades sobre los diversos puntos del globo, y de sus relaciones topográficas entre sí; de donde se deduce, que un ramo tan interesante debe ocupar la atención de los médicos del país, comenzando por reunir todos los datos necesarios para formar un tratado, que será de una gran utilidad para el conocimiento de las enfermedades propias de nuestro territorio. El médico que conozca mejor la influencia del clima en que ejerce su profesión, y la de las distintas causas que contribuyen al desarrollo de las enfermedades, es decir, el que sepa la topografía médica de su país, ese será el que las cure con más acierto. *Plurimi morbi, ullis remediis domandi, tempestate vel coelo mutato sponte evanescent, aut levantur.*¹

Las afecciones rebeldes y que han resistido por mucho tiempo a los medios más eficaces, se mitigan o desaparecen del todo con el solo cambio de clima y sabiendo hacer la elección del más conveniente. Hay una diferencia muy notable entre las dosis y modo de administración de muchos medicamentos en las costas o en los lugares que tienen una considerable altura sobre el nivel del mar; pero esta aparente contrariedad desaparece cuando se toma en cuenta la variedad de forma con que se presenta una enfermedad y las indicaciones accidentales que deben preceder a la aplicación racional de un medicamento[...]

El estudio de las ciencias médicas ha participado de los trastornos consiguientes a la inestabilidad de los gobiernos, que bajo

distintas denominaciones, se han sucedido en México. Esfuerzos aislados de algunos profesores y una que otra mirada protectora de las autoridades, han sido los únicos elementos con que ha contado para su fomento y progreso, siendo este el principal obstáculo que ha impedido que dicho estudio se halle al nivel de los conocimientos que se requieren para su perfección. De la misma suerte han participado los demás ramos de las ciencias naturales, indispensables para el complemento de los estudios médicos. La física, que es la base de estos últimos, se ha estudiado muy superficialmente en nuestros establecimientos públicos, en donde su enseñanza está limitada a la lectura y monótona repetición de los autores, y a muy pocas o imperfectas demostraciones en su parte experimental, tan indispensable para la inteligencia de los fenómenos naturales. La química, tan esencial para el conocimiento de la naturaleza íntima de los cuerpos, se hallaba reducida a la enseñanza elemental de los rudimentos muy indispensables. La mineralogía, la geología, eran casi extrañas y desconocidas, considerándolas más bien como superfluas para el que se dedicaba al estudio de la medicina.

El médico y la Geografía

El progreso de esta ciencia en México, con relación a estos estudios, ha sido muy lento, porque se han considerado como accesorios, y no se ha procurado inculcar a los alumnos la necesidad de estas nociones para el buen éxito de su profesión, de donde proviene que muchos médicos, y especialmente los que se hallan lejos de las capitales, abandonan el estudio, olvidan los pocos elementos que aprendieron y no podrán dar razón del modo de determinar la longitud y latitud de un lugar, de su altura sobre el nivel del mar, de los vientos reinantes, de la temperatura, de la constitución geológica del suelo que pisan, de sus productos minerales y vegetales, de las aguas y su composición; en suma, de todo aquello que debe saber el que se dedica al estudio de una parte tan importante de las ciencias naturales.

De esta falta resulta también, el que muchas veces se recomienda a los enfermos la variación de clima para el restablecimiento de su salud, o el uso medicinal de algunas aguas, sin

¹ Gregory.



que para esta indicación preceda el conocimiento de las circunstancias locales que deben influir en la constitución del paciente, y sin que de antemano se conozca la composición del agua cuyo uso se prescribe. Nos exponemos así a aumentar la desconfianza y descrédito con que se ha visto la profesión, la vida e intereses de nuestros clientes [...]

Nombramiento de una comisión geográfica

La medida más eficaz y que produciría mejores resultados, sería el nombramiento de una comisión científica destinada a recorrer el territorio mexicano, reuniendo todos los datos y haciendo las observaciones necesarias y rectificando las que ya se hubieren practicado. Esta comisión debería ser compuesta de personas instruidas, bien recompensadas por el erario público y provistas de todo lo necesario para sus investigaciones científicas. Creemos que en el estado actual sería difícil la ejecución de este proyecto, porque a pesar del deseo y buenas intenciones que animan al gobierno que nos rige para proteger y fomentar a todo lo que contribuya al bienestar del país, no juzgamos que las rentas públicas puedan todavía sufragar el gasto que demanda tan grandiosa empresa; pero nos liasonjeamos de que en mejores circunstancias será practicable.

Podrían nombrarse entretanto comisiones compuestas de médicos, o personas capaces donde no los hubiere, para que conforme a las instrucciones que recibieren, y de las que se indican al fin las más esenciales, remitiesen, ya sea a las autoridades o a las juntas de Geografía y Estadística, constituidas en las capitales y poblaciones principales, los datos que se pudieren. En vista de ellos, podrían las sociedades proceder a la formación de la Geografía médica de su respectivo departamento.

También deberían nombrarse en todas las poblaciones cuyos fondos lo permitan, uno o más médicos encargados exclusivamente de la policía médica e higiene pública, y cuyas obligaciones serían detalladas en un reglamento; pues aun cuando en los municipios se nombran estas comisiones, no siempre se componen de personas instruidas, como se necesitan, y muchas veces son formadas de individuos que tienen otra clase de ocupaciones, de las que no pueden prescindir aun cuando abundan en patriotismo. Ya sabemos cómo se desempeñan por lo regular los cargos concejiles, y por lo mismo desearíamos que los

facultativos a quienes se diesen estas comisiones, estuviesen pagados por los fondos públicos.

Como es un deber de los médicos contribuir por todos los medios posibles al fomento y progreso de nuestra profesión, no dudamos que por su parte harán los esfuerzos que se requieren para conseguirlo, secundando nuestros deseos y cooperando con sus luces a la consecución de un fin tan noble, y en el que se interesa el bien de la humanidad, a cuyo servicio nos hemos consagrado.

Datos que deben pedirse para la formación de la geografía médica

- La longitud y latitud del lugar.
- La elevación sobre el nivel del mar.
- La temperatura media en las estaciones del año.
- La duración de éstas.
- Los vientos dominantes.
- Los accidentes del terreno y todo lo que sea relativo a su posición topográfica.
- Las lluvias, lagunas y pantanos.
- Los ríos y vertientes naturales de las poblaciones; sus aguas potables.
- Las aguas termales y medicinales que se encuentren; el uso que se haga de ellas, y su análisis.
- Las producciones vegetales, y el uso medicinal que de ellas se haga.
- La estructura geológica del suelo y su influencia sobre las enfermedades.
- Las enfermedades reinantes en todas las estaciones.
- Una noticia estadística sobre la alta y baja de la población, expresando las enfermedades de que han muerto los habitantes.
- Un estado de los vacunados en todo el año, expresando todo lo relativo a sus conservación y propagación.

El tratamiento que se emplee en las enfermedades, y los sucesos favorables o adversos que del empleo de los medicamentos se hayan obtenido.

Guadalajara, 1867.- Ignacio Fuentes. ●

¿Eran pizarroncitos?

Die kleine Friedrich

Esa tarde del invierno de 1786 había un frío que calaba los huesos. Afuera el viento hacía bailar las ramas desnudas de los árboles bajo un cielo de plomo. A lo mejor por eso los niños habían estado insoportables, al punto de que el viejo profesor del segundo grado de la escuela primaria de Braunschweig, aldea perdida en algún rincón de Alemania, decidió castigarlos. Permanecerían ahí al terminar la clase; deberían sumar todos los números del uno al cien, y no podrían irse a sus casas mientras no terminaran.

Pusieron manos a la obra, contrariados por un castigo que se antojaba demasiado severo, pero deseosos de terminar cuanto antes. $1+2 = 3$, $3+3 = 6$, $6+4 = 10$... Alguno, más vivillo, ya iba por el 9: $36+9=45$. Ahí estaban todos, calladitos y con la cabeza gacha sobre el papel –¿o usarían pizarroncitos?– suma y vuelve a sumar. Todos menos *kleine Friedrich*, que así llaman a los Federiquitos allá.

Al buen Friedrich se le ocurrió –¿por qué? ¿de dónde provienen las ocurrencias?– que no tenía que sumarlos obligatoriamente en orden. Así que sumó primero los extremos: $1+100 = 101$. Después sumó el segundo con el penúltimo: $2+99 = 101$, y se dio cuenta –¿cómo? ¿de qué manera se da uno cuenta de esas cosas?– que si seguía sumando así, de uno en uno hacia adelante en el principio, y de uno en uno hacia atrás en la cola, siempre obtendría 101, hasta que llegara al $50 + 51$. De tal suerte, tendría 50 sumas parciales con el mismo resultado y los habría sumado todos. De manera que nuestro Fefé dejó de sumar y multiplicó: $101 \times 50 = 5050$. Esa multiplicación hasta él, a sus siete años, se la sabía, y ese era el resultado.

Levantó la mano respetuoso y dijo al maestro que había terminado. Este enfurecido, lo increpó: ¡Cómo te atreves a tomarme el pelo, mentecato! ¡Por quién me tomas! No vio el resultado que, además, ni debía conocer; sólo se fijó en que el niño había garabateado apenas cuatro o cinco operaciones y su cólera creció. ¡Ahora sabrás quién soy yo! ¡Me vas a sumar del uno al mil! ¡Aunque tengamos que pasar aquí toda la noche! ¡Te voy a enseñar yo a hacer trampas!

Federico agachó la cara, roja de vergüenza, ante las risas burlonas y contenidas de sus compañeros. El maestro, bufando, retomó su lugar. Resulta sorprendente –pensó–, este niño siempre se porta bien. Es de familia muy humilde pero tiene buenos modales. Quién sabe qué mosca le picó, para pretender... Pero sus pensamientos se vieron interrumpidos porque el pequeño Friedrich levantaba una vez más la mano. Ya había terminado. ¡Esto era demasiado! Tanto, que se obligó a contenerse y a pedir explicaciones. Y las obtuvo; ciertamente, no las que él esperaba. Ahí estaba escrito, sin más: $1+1000 = 1001$, $1000/2 = 500$, $1001 \times 500 = 500\ 500$. El razonamiento del pequeño era inobjetable. Acababa de ser establecida, por primera vez, la fórmula de las progresiones aritméticas.

Die kleine Friedrich tomó sus útiles, se despidió cortés y salió a la ventisca. El maestro se sentó, con la mirada atónita aún fija en el papel –¿o era pizarroncito?– con la cifra mágica: 500 500. Al niño se le había olvidado escribir su nombre, así que se lo puso él: Gauss. Nunca sospechó –¿o sí?– a quién tenía entre sus pupilos, insoportables ese día.

La noche ya caía. El mayor matemáti-



co de la historia caminaba contra el viento, con pasitos cortos pero rápidos, la mochila al hombro y la cara tapada por la bufanda raída. Estaba preocupado; tendría que explicar a sus padres por qué llegaba tarde. En el salón los otros niños continuaban en silencio: $703+38 = 741$, $741+39 = \dots$ Sólo se oía el rasgar de los lápices –¿o eran gises?

El torito

La magia de los pentominós

¿Es usted adicto a los juegos de computadora? Yo sí. No los puedo resistir, aunque mi *alter ego* ético me lo reprocha y mi *alter alter ego* estético me lo reprocha. Me seducen. No me refiero, por supuesto, a las sandeces esas de andar matando bandidos, extraterrestres o bandidos extraterrestres, que contaminan millones y millones de cerebros en el mundo, de los electrónicos y de los de carne y hueso (¿cerebro con hueso?), sino a los juegos bellos e inteligentes, de los que también hay muchos. Tal vez el más célebre es el hermo-

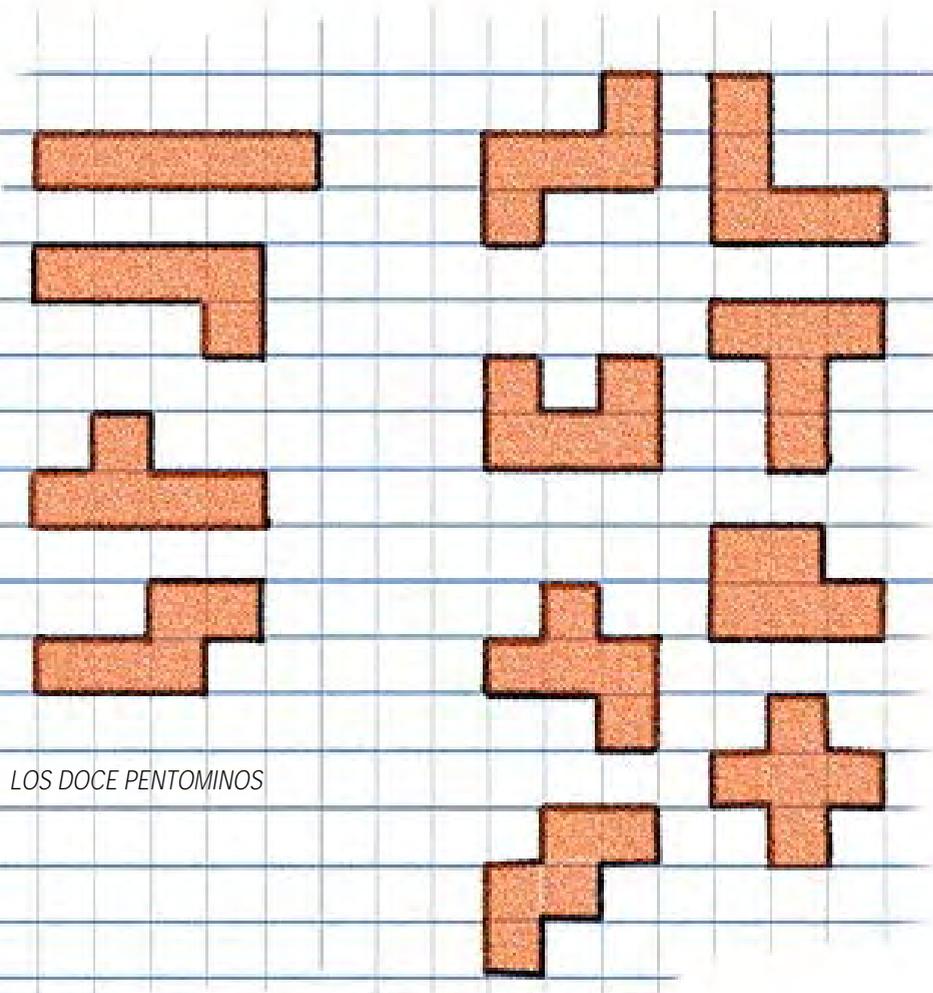
sísimo y apasionante *Tetris*, un poco pasado de moda, lamentablemente, pero del que existen versiones y variantes nuevas, algunas de ellas notables. Si no lo conoce, pregúntele a su hijo, o a su secretaria. Vale la pena.

En fin, no es de videojuegos de lo que quiero hablar hoy. La cosa es que *Tetris* consiste en el acomodo de *tetrominós*, es decir de todas las figuras que pueden formarse uniendo entre sí cuatro cuadrados por uno de sus lados. Tetrominós hay seis distintos.

Pero tampoco es de tetrominós de lo que quiero hablar (algún día conseguiré hablar de lo que realmente quiero), sino de pentominós, es decir, de aquellas figuras que se forman uniendo cinco cuadrados. Pentominós hay doce, que son los que le muestro en la figura. Los términos tetrominó y pentominó, son derivados del de poliominó, que nada tiene que ver con la parálisis infantil. Lo acuñó el matemático gringo Samuel Golomb, allá por los años cincuenta, para designar las figuras que se forman uniendo cuadrados, inspirándose en el nombre del dominó, cuyas fichas pueden verse como dos cuadrados adyacentes. De todos ellos, y a pesar del *Tetris*, el más interesante es el pentominó, por las enormes, insospechadas y bellas posibilidades combinatorias que ofrece. Así pues, para iniciar bien el año, lo desafío a que usando los doce pentominós forme usted un rectángulo de 4 x 15 (tomando como unidad los cuadrillos base, por supuesto).

Lo mejor es trabajar con pentominós "reales", de madera u otro material, como plastilina, migajón o cartulina gruesa. Vale la pena el trabajo de hacerlos o conseguirlos, porque son una fuente inagotable de sugerentes *toritos*. Pero si de plano le da flojera hacerlos o se cree usted muy salsa, también se puede con lápiz, papel (de perdiz, que sea cuadrilado) y (muy importante) goma.

Hágale como quiera, y ojalá que antes de dos meses reciba yo su solución. Conozco una, pero me han dicho que hay más. A ver cuántas nos llegan. ¡Y ya despéguese de su computadora, hombre de Dios; también hay vida fuera de las pantallitas! ●



LOS DOCE PENTOMINOS

A toro pasado

(Solución al torito del número 149)

¿Por qué fácil si se puede difícil?

Para expertos en caracoles cuadrados

Para resolver el torito del laberinto de Lewis Carroll hay dos caminos, como para todo en esta vida. Uno corto y aburrido, y el otro, divertido e interesante pero más largo. Como todo en esta vida. La primera solución surge de manera automática si se da usted cuenta de que la forma que tenga el laberinto no tiene importancia alguna. Si el travieso de Lewis nos dice que es una espiral es sólo, como es natural, para hacernos bolas.

En efecto, sabemos que la senda, se retuerza como se retuerza, cubre todo el jardín, y conocemos su longitud, 3 630 yardas, su anchura de una yarda, y por lo tanto su área, que es el área del jardín. Como además sabemos que uno de sus lados es media yarda mayor que el otro, el resto es coser y multiplicar.

Sea x el lado corto, entonces el largo medirá $x+1/2$. El área es, pues, $x(x+1/2)$ y será igual a la de la senda que es de 3 630 yardas cuadradas. Así, todo se reduce a resolver una ecuación de segundo grado:

$$x(x+1/2) = 3\ 630$$

o sea

$$2x^2 + x - 7\ 260 = 0$$

Si su secundaria no es demasiado lejana, no tendrá usted, conspicuo lector, di-

ficultad alguna. La única solución positiva le dirá que $x = 60$ y por lo tanto un lado del jardín mide 60 yardas y el otro 60.5. Sin chiste. Es decir, todo el chiste es que le caiga el veinte de que puede pasar por alto la forma del laberinto, lo que no es poca cosa, vale decir.

Ahora bien, si a usted no le cayó ese veinte, como fue sin duda la intención del perverso de Carroll –y la mía, dicho sea de paso– tendrá que vérselas con el espiralito de marras, lo cual es mucho más enredado –como es de esperarse de un laberinto en espiral– pero también mucho más estimulante.

Digamos que y es el lado largo del jardín (y de yarda, por supuesto); el primer tramo recto del laberinto mide y yardas, el segundo $x-1$, el tercero $y-1$, el cuarto $x-2$, el quinto $y-2$, y así sucesivamente hasta llegar al final, que de momento no está claro cuál debe ser.

Llamemos “horizontales” a los tramos paralelos a x , y digamos que hay n de ellos. De los “verticales”, los paralelos a y , digamos que hay m , y por lo tanto, el último segmento vertical medirá $y-(m-1)$ yardas, y el último horizontal, $x-n$. La expresión no es simétrica debido a que el primer tramo vertical no tiene “marcador”, no le restamos nada, o si usted prefiere, riguroso lector, le restamos 0. (Esto me recuerda, curiosamente, la eterna dis-

cusión, que ya dilucidamos aquí, sobre el año 2000 y el inicio del siglo XX. No se haga bolas).

Bien. Sabemos que la suma de todos estos tramos es 3 630 yardas. O sea:

$$y + (x-1) + (y-1) + (x-2) + (y-2) + \dots + (x-n) + (y-(m-1)) = 3\ 630$$

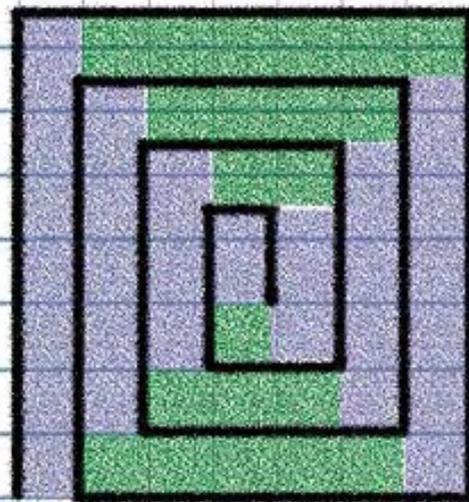
Aquí le aconsejo que haga algunos dibujos, con ejemplos y contraejemplos, para darse un quemón de qué está pasando. Descubrirá cosas interesantes y se divertirá. En la figura le muestro el ejemplo de 7×7.5 , pero jugueteando con sus dibujos se dará cuenta que x debe medir un número entero de yardas; de lo contrario, el laberinto debería estrecharse, o ensancharse, en alguno de sus tramos. Además, constatará que el último tramo es, como aparece en la expresión anterior, siempre vertical (debido a que y es mayor que x), y verá asimismo que hay tantos tramos verticales como yardas mida x (porque la senda mide una yarda), es decir, $x = m$, siete en el ejemplo. En cambio los tramos horizontales serán siempre uno menos. Es decir $n = m-1$.

En fin, ya familiarizados con este caracol cuadrado, podemos volver a nuestra suma. Organicémosla, poniendo juntos los términos en x y los términos en y :

$$[y+(y-1)+(y-2)+ \dots +(y-(m-1))] + [x+(x-1) + (x-2) + \dots + (x-n)]$$

Los paréntesis y los corchetes no son en rigor necesarios; los pongo sólo para que todo este galimatías quede un poco más claro.

Hagamos, pues, las sumas:



LABERINTO DE CARROLL 7 X 7.5

$$my - (1 + 2 + \dots + (m-1)) + nx - (1 + 2 + \dots + n)$$

No se me arredre ante las expresiones matemáticas, intrépido lector. Recuerde que son mucho más simples y transparentes que las del lenguaje corriente. Ahora utilicemos la fórmula de las progresiones aritméticas, que discutimos en otra de las notas de esta entrega *deste lado del espejo*. Si ya la leyó, sabrá que Gauss la estableció cuando tenía siete años, así que no tiene usted pretexto alguno. La suma de una sucesión de números enteros consecutivos es la suma de los extremos por el número de términos entre dos. Por lo tanto, nuestra expresión queda:

$$my - \frac{[1+(m-1)] \cdot m}{2} + nx - \frac{(1+n) \cdot n}{2}$$

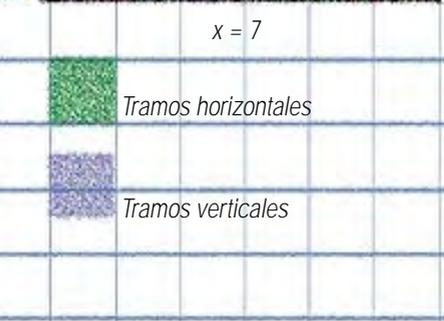
Si ahora aprovechamos lo que ya sabemos, y sustituimos la n por $m-1$ y después la m por x , veremos, con asombro y alivio, que todo este guirigay se reduce mágicamente a xy . Hágalo, no se lo escatime ni se prive de ese placer. Es decir, obtenemos la misma ecuación que por el procedimiento anterior: $x(x+1/2) = 3\ 630$.

A estas alturas, exhausto lector, legítimamente me podrá usted hacer la observación, con una sonrisa medio sardónica, de que este segundo método equivale a saber cuántas vacas tiene un rebaño contando las patas y dividiendo entre cuatro. Y no le faltará razón, pero me deberá admitir que para contar las patas de cuatro en cuatro, es decir, de vaca en vaca, es preciso saber, antes, que eso son vacas y que así vienen ellas, lo cual no necesaria-

mente es el caso en nuestro problema ni en muchos otros.

Pero, además, no es ese el único motivo por el que transcribo este “procedimiento para expertos en caracoles cuadrados”. Déjeme recordarle que aun cuando construyan un teleférico hasta la cima del monte, no faltarán los alpinistas que lo sigan escalando, y sería al menos imprudente calificarlos de absurdos, masoquistas o de pobre gente que no puede comprar el boleto. En esta vida aún hay quien prefiere, si puede, evitar los atajos. Si me siguió en la resolución de la broma de Carroll, me entenderá.

Y, a propósito de nuestro *torito*, pregúntese: Si existiera realmente ese simplón laberinto de Lewis Carroll, ¿no habría



quién se adentrara en él sólo para saber qué se siente caminar más de seis kilómetros en un terreno de sesenta por sesenta?

En cualquier caso, si tuvo la suerte de darse cuenta de la triquiñuela y resolvió el laberinto por el camino corto, felicidades. Si no la tuvo y lo hizo por el largo, también. 🌟

Corte una oreja

Agradecemos la gran participación de nuestros lectores en la lidia exitosa de los toritos. Muy a su pesar, *Ciencia y Desarrollo* se vio obligada a restringir, a partir del número 144, el envío de un libro del fondo editorial del Conacyt a cada una de las personas que contestaron correctamente el torito, pero sí continuará con el sorteo de un lote de ellos entre todos los lectores que lidien en forma correcta el torito de este número, y cuyas soluciones se reciban en la redacción antes de aparecer el próximo. Háganos llegar su respuesta, ya sea por correo, a la dirección:

Revista Ciencia y Desarrollo
Conacyt
Av. Constituyentes 1054, 2o. piso
Col. Lomas Altas
Del. Miguel Hidalgo
México 11950, D.F.

o por medio de fax, al número (015) 327 7400,

ext. 7723. En cualquier caso, no olvide encabezar su envío con la acotación: **Deste lado del espejo.**

Los nombres de quienes respondieron correctamente el *torito* del número 147 son:

Eduardo Díaz Covarrubias Zapopan, Jal.
 Luis E. Viguera Rueda México, D.F.

Los nombres de quienes respondieron correctamente el *torito* del número 148 son:

Ivan Leonardo Pérez Cabrera México, D.F.
 Beatriz M. Camacho P. México, D.F.

En el sorteo realizado para el número 147 resultó ganador **Eduardo Díaz Covarrubias** y para el 148 **Beatriz M. Camacho P.**, quienes recibirán a vuelta de correo el lote de libros correspondiente. ¡Felicidades!

Energía de la nada



La pseudociencia florece en donde las necesidades del ser humano son mayores. Uno de los sueños dorados de la humanidad ha sido, sobre todo desde que se inició la revolución industrial, encontrar una fuente de energía barata, limpia, es decir, que no afecte en forma nociva al medio ambiente, y ante todo inagotable. La energía atómica que produce el proceso de fisión del átomo nos prometía, a mediados de siglo, cumplir con este sueño, pero pronto se vio que sus desechos representan un amenaza muy grande para el bienestar de las generaciones futuras, y que su operación es costosa y también implica riesgos de desastres potencialmente fatales.

Ante ello se han postulado varias posibilidades tecnológicas de liberar las poderosas fuerzas que rigen el funcionamiento de los átomos, con el fin de utilizarlas para nuestros fines industriales y hasta domésticos. Hace unos diez años se planteó la posibilidad de que pudiera lograrse la llamada fusión fría, con la cual se generaría energía termonuclear, sin necesidad de los grandes reactores a altas temperaturas que la fusión requiere. Por desgracia, los experimentos iniciales, que pretendían demostrar la existencia de la fusión fría, no se pudieron replicar en ningún otro laboratorio, pero ahora, con similar ingenio, algunos científicos poco ortodoxos y ciertos grupos francamente pseudocientíficos han sugerido la posibilidad de utilizar una nueva fuente de energía, que surge de las mismísimas fuerzas que mantienen la estructura del espacio que nos contiene. Se trata de la llamada "energía de punto cero".

Ocurre que en el vacío del espacio interestelar suceden en efecto cosas muy extrañas de verdad. Dicho vacío, en el que en realidad uno no va a encontrar ni un solo átomo de materia, está sorprendentemente lleno –pletórico casi– de lo que se conoce como partículas virtuales. Se trata de partículas subatómicas, como electrones y sus antipartículas –los llamados positrones–, que gracias a fluctuaciones cuánticas surgen de la nada por unos instantes en ese vacío, para aniquilarse entre sí al chocar unas con otras.

Este fenómeno se explica gracias al principio de incertidumbre de Heisenberg, que es una característica del microcosmos estudiado por la mecánica cuántica, el cual en efecto hace posible que aparezcan esas partículas, siempre con la condición de que subsistan sólo por tiempo muy breve. No obstante, algunos físicos se han preguntado si acaso sería posible aprovechar tales partículas antes de que se aniquilen, o lo que es lo mismo, sacar provecho de la energía de punto cero del vacío, a la que se le

denomina de esa manera ya que en el cero absoluto (0°K), la temperatura más baja que pueda existir, se detiene todo el movimiento molecular de la materia que causa el calor. La energía de punto cero viene a ser lo que impide que la propia estructura del espacio se colapse, y ocasiona que aparezcan brevemente esas partículas virtuales. De acuerdo con el físico, y maestro de la especulación científica Robert L. Forward, en teoría resulta posible crear un campo electromagnético que impida que esas partículas virtuales de carga eléctrica contraria se vuelvan a juntar para aniquilarse después de surgir del vacío. Con ello se podría crear un flujo constante de electrones –o de positrones– que brotaría sin fin de un determinado sector del espacio. Dicho flujo sería ya electricidad propiamente dicha, y se podría usar para cualquier fin tecnológico.

El problema de fondo parece ser que la energía de punto cero del vacío es muy escasa, o más bien débil, y para evitar ese hipotético colapso del espacio basta con que en el mismo actúe una energía equivalente al campo gravitatorio promedio que existe en el universo. Eso causa que toda la energía de punto cero disponible en un volumen del tamaño de la Tierra apenas sustituiría la energía química que se puede obtener de un galón de gasolina. Para que dicha energía fuera utilizable, dados los requerimientos energéticos actuales del planeta se necesitaría cubrir con un campo magnético un segmento de espacio vacío equivalente a varias veces el volumen del sistema solar. La creación del campo magnético requerido –si no se encontrase uno natural– emplearía mucho más energía de la que pudiera obtenerse de este enorme sistema energético de punto cero.

Steven Weinberg, físico que ganó el premio Nobel por haber postulado la teoría unificada que reúne analíticamente la fuerza electromagnética con la fuerza débil del átomo, asegura que la inexistencia práctica de la energía de punto cero queda demostrada a gran escala cósmica, ya que no ha sido posible detectar su efecto gravitatorio, el cual no podría permanecer oculto, ya que según la teoría de la relatividad de Einstein la energía es equivalente a la masa, por lo que tiene que crear un campo gravitatorio ostensible.

Tras estas especulaciones maniobra un conocido pseudocientífico y cómplice de varios fraudes célebres, quien se ha dedicado a tratar de impulsar la explotación de la fuerza cero, empleando los fondos que estén dispuestos a aportar gobiernos

e instituciones privadas. Se trata de Harold Puthoff, un promotor del prestidigitador israelí Uri Geller, el cual aún afirma contar con poderes psíquicos prodigiosos, algo que ha sido debidamente desacreditado. Puthoff también se ha ocupado en tratar de demostrar la existencia de tales poderes psíquicos, como la visión a distancia y otros fiascos promovidos por un organismo llamado Instituto de Investigación de Stanford, mismo que nada tiene que ver con la Universidad de ese nombre. Como muchos de sus colegas, Puthoff intenta desprestigiar a la ciencia y a los científicos, y aseguró en 1990 que “la mayoría de los físicos no son realmente científicos... ya que los maneja el complejo militar industrial”.¹

Dentro del mito de la energía de punto cero encontramos la misma mezcla de infundios y leyendas paranoicas sobre conspiraciones que supuestamente tratan de ocultar la verdad a la opinión pública. En realidad, lo que buscan los promotores de esta leyenda son los dólares de los contratos de investigación que aportan autoridades y empresas iletradas en aspectos científicos. 🌀

Referencias

- ¹ Puthoff es citado en el artículo “Power Structure” de Tom Chalkey en el *City Paper* de Baltimore, junio 29, 1990.

Bibliografía

- Gardner, Martin, “Zero Point Energy and Harold Puthoff”, *Skeptical Inquirer*, vol. 2, núm. 3, mayo, 1998.
- Forward, Robert, *Future Magic*, Avon Books, Nueva York, 1988.
- Puthoff, Harold, “Fluctuaciones cuánticas en el espacio vacío, ¿una nueva piedra Roseta para la física?”, *Frontier Perspectives*, vol. 2, Fall-Winter, 1991.

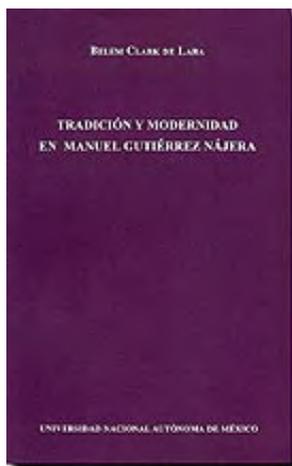
Tradición y modernidad en Manuel Gutiérrez Nájera

La historia de la literatura mexicana podría tener como hilo conductor las profundas tensiones experimentadas por los autores más importantes, así como los problemas que éstos han decidido enfrentar en sus páginas y en sus actos. José Joaquín Fernández de Lizardi quiso dar cuenta de los agobiantes desafíos para un país naciente, justo en un momento en que la falta de una tradición nacional del género novelístico obligaba a requerir como modelos a autores del mismo país, España, del cual se deseaba independizar el territorio y la conciencia de México. Ciertamente, la narrativa picaresca y la cervantina eran discursos marginales en el imperio español; por ese carácter, Lizardi debió sentir una afinidad profunda con ambos. Por otra parte, tal vez la renovación estilística practicada por Manuel Gutiérrez Nájera y por otros modernistas también buscó librar a la prosa en español de los ya rancios residuos de la retórica cervantina, que aún aparecen en la novela histórica de Victoriano Salado Alvarez. La polémica de este último con la segunda generación de modernistas, heredera de Gutiérrez Nájera, tiene como uno de sus trasfondos la sorda disputa acerca de los valores estéticos inscritos en los recursos estilísticos y formales.

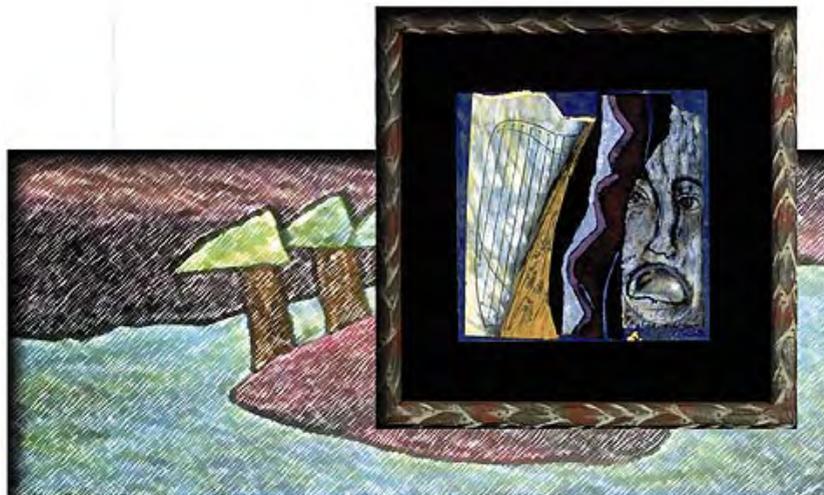
Una paradoja de los románticos consistió en construir un pasado heroico y fatal, trágico, que simultáneamente incitaba a la acción y la desalentaba. Tanto el poeta Ignacio Rodríguez Galván como el novelista Juan Díaz Covarrubias combinan el tópico de la fatalidad con el rescate literario de los momentos y los héroes fundadores de la nación. Este último invita a seguir trabajando por la patria; aquélla difunde un desánimo implícito, una insuperable pesadumbre.

La edificación de la literatura nacional, a la que urgía Ignacio Manuel Altamirano, tuvo en Guillermo Prieto su ejemplo popularizante, que además buscaba unir las virtudes del liberalismo laico y las de un cristianismo cotidiano, sin capilla ni doctrina.

Gracias al libro de Belem Clark de Lara, *Tradición y mo-*



Belem Clark de Lara. *Tradición y modernidad en Manuel Gutiérrez Nájera*. México, 1998, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, (Ediciones especiales, 9), 264 p.



derinidad en Manuel Gutiérrez Nájera (México, 1998, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM) conocemos hoy, de modo amplio y concluyente, los polos entre los cuales se desgarró, de 1876 a 1895, el célebre Duque Job: muy claros nos aparecen ahora su deseo de rescatar los recursos clásicos de la retórica y su urgencia de renovar la lengua literaria, esto es, de reconocer aquello que aún era válido de la tradición y de –impulso contrario– dar forma a una nueva estética.

Toda investigación profunda y seria se topa con quienes viven a gusto entre los lugares comunes; Belem Clark ofrece y ratifica pruebas inobjetables de que Gutiérrez Nájera no sólo no era un afrancesado, sino de que percibió y expresó con agudeza muchas de las apremiantes circunstancias para un país que, salido de las guerras de Reforma y de la Intervención, trató de darse forma y continuidad en el “Necesariato” de Porfirio Díaz. Nuestro poeta aborda con suma pasión y, muchas veces, con la debida ironía moderna temas tales como la Constitución de 1857 (sus buenos propósitos y su inutilidad práctica), el curso de la historia y el papel de una providencia laica en ésta, el papel emergente del *repórter* en la vida pública y su confrontación con el cronista (el cual por su lado se debate entre la literatura y el periodismo), el hecho de vivir en un cruce de discursos y de hábitos católicos y positivistas (142), la búsqueda permanente de un *locus amoenus* y el reconocimiento de que estaba condenado a pasarse horas en las redacciones de los periódicos.

En resumen, el límpido trabajo de Belem Clark recupera a un hombre extremadamente honesto, ávido de lucidez y de riqueza estética y espiritual, consciente de las múltiples encrucijadas donde se ubica, deseoso de hacer del poeta una figura central del universo y sensible a la urgencia de concebir y difundir un “discurso ‘ético-existencial’” (122), que fuera útil a una nación y a una humanidad expuestas a la implacable lucha entre el materialismo y el espiritualismo. El historiador, el filósofo y

el moralista tienen sus oficios y sus gozos; los del poeta son “levantar su espíritu del sucio fango de la tierra, [...] volar libremente en alas de su imaginación por los celestes espacios del idealismo” (en Clark 159). Ahora bien, acto seguido Belem nos recuerda que Gutiérrez Nájera tuvo vocación y ejercicios de historiador, filósofo y moralista.

Renovador de la crónica (“pieza literaria a la vez que mercancía”, resume Belem Clark, 162), clarísimo antecesor de los ateneístas, a quienes sin duda sirvió de orientación, Gutiérrez Nájera aparece, en fin, como un pensador coherente y consecuente, capaz de proyectar hacia nosotros una fecunda idea de la historia, heredera del pensamiento de Giambattista Vico; el mayor mérito del estudio de Belem consiste justo en articular con un orden muy cuidadoso las ideas del poeta, hasta darles su estructura más profunda: subyacen a éstas, como sólidos cimientos, la búsqueda de un camino de redención y la construcción de una utopía:

Ahora podemos decir que, finalmente, lo que persiguió Manuel Gutiérrez Nájera fue alcanzar un ideal: la purificación de Magda, la industrialización y progreso de México; el humanismo en una sociedad materialista, y una literatura propia. No hubo aspecto de la vida en el que Gutiérrez Nájera no hubiera trazado un camino hacia el porvenir (211).

Magda protagoniza la única novela najeriana, *Por donde se sube al cielo*, que Belem Clark descubrió y publicó por primera vez en libro, como volumen XI de las *Obras completas* de Manuel Gutiérrez Nájera (México, UNAM, 1996). *El Noticioso*, de Guadalajara, había publicado el texto en entregas semanales el año de 1882. Por modestia, Belem Clark omite su propio nombre en la nota que da noticia bibliográfica del importantísimo hallazgo (89). ●

Convenio SRE-Ecosur. Beneficios para estudiantes de posgrado

El convenio signado por Jorge Alberto Lozoya, director ejecutivo del Instituto Mexicano de Cooperación Internacional de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), y José Pablo Liedo Fernández, director general de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), institución que forma parte del sistema SEP-Conacyt, permitirá apoyar la formación de becarios extranjeros, mediante becas y cuotas preferenciales dirigidas a estudiantes de posgrado. De esta manera y dentro del marco de los convenios y programas de cooperación educativa, suscritos con gobiernos de otros países, la SRE canalizará los recursos y apoyos necesarios para que estudiantes de posgrado de otras naciones se formen en el Ecosur.

Las becas consisten en apoyos académicos para inscripción, colegiatura, tutorías e instalaciones académicas, destinados a la formación de posgrado de estudiantes extranjeros con promedio superior a 8.5. Por su parte, la SRE cubrirá una cuota mensual de manutención de 3.5 veces el salario

mínimo vigente en el Distrito Federal, en el caso de maestría, y de 5 veces para el doctorado, así como los gastos de instalación y el seguro médico del Instituto Mexicano del Seguro Social de todos los becarios.

Con este convenio se pretende contribuir al entendimiento y la solución de problemas y particularidades de la frontera sur del país, mostrando una perspectiva externa de ellos, y aportando la capacidad para presentar soluciones viables a las necesidades de la región. 🌐



Al centro, Jorge Lozoya, director ejecutivo del Instituto Mexicano de Cooperación Internacional, de la SRE, y Carlos Bazdresch, director general del Conacyt, durante la ceremonia de suscripción del convenio.

Convenio Conacyt-London School of Economics and Political Science

La London School of Economics and Political Science (LSE) del Reino Unido y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) firmaron hoy un convenio de colaboración que implica, por la parte británica, proporcionar cinco becas crédito con valor de tres mil libras esterlinas cada una, y por la mexicana el apoyo anual de 17 a 18 mil dólares para que estudiantes mexicanos realicen posgrados en ciencias sociales en esa institución inglesa.

El convenio fue firmado por Anthony Giddens, director de la LSE, y Jaime Martuscelli, director adjunto de Investigación Científica del Conacyt. En la ceremonia, Giddens comentó que para la institución que representa es prioritario aumentar la matrícula de estudiantes mexicanos y latinoamericanos, debido al inminente acercamiento comercial que se tendrá entre Europa y Latinoamérica. Por su parte, Martuscelli dijo que a partir de la mutua colaboración entre los países y las instituciones, específicamente con la LSE, se logrará consolidar la formación de recursos humanos altamente capacitados en las diferentes disciplinas de la ciencia.

La LSE ofrecerá una beca de apoyo al costo de la colegiatura hasta por un monto anual máximo de tres mil libras esterlinas para cada estudiante mexicano de posgrado que sea financiado por el Conacyt, y con un registro en la LSE, hasta un monto máximo de gasto total de 15 mil libras esterlinas en 1999, y 20 mil en años posteriores. En el caso de programas de maestría, las becas se otorgarán, normalmente, por un año,

y por tres años en programas doctorales.

El Conacyt cubrirá el complemento de la colegiatura anual, así como el costo de los gastos de manutención de cada estudiante cofinanciado, lo cual exigirá erogar entre 17 y 18 mil dólares anuales. En consideración al desempeño académico del becario, y en la medida de la disponibilidad financiera de la LSE, se explorará la posibilidad de otorgar apoyos adicionales para gastos de manutención, que asimismo podrán constituirse en ayudantía de enseñanza o investigación.

La LSE, fundada en 1895, es una de las instituciones de mayor prestigio académico en el Reino Unido y cuenta con 19 departamentos académicos y cinco institutos interdisciplinarios. Es reconocida internacionalmente por sus investigaciones en ciencia política, ciencias sociales y economía, y cabe señalar que la mayoría de sus centros de investigación está financiada por la industria, el comercio, los consejos de investigación y las fundaciones filantrópicas, debido a su gran vinculación con el sector privado. ●



Anthony Giddens, director de la London School of Economics, y Jaime Martuscelli, director adjunto de Investigación Científica del Conacyt, al momento de la firma del convenio.

Sexta Semana Nacional de Ciencia y Tecnología

Con una participación estimada en más de ocho millones de personas en todo el territorio nacional, y con el objetivo de atraer la atención de las nuevas generaciones respecto a los temas científicos y tecnológicos, se llevó a cabo el evento organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP), que contó con la colaboración de diversas instituciones educativas nacionales, y tuvo como sede la ciudad de San Luis Potosí.

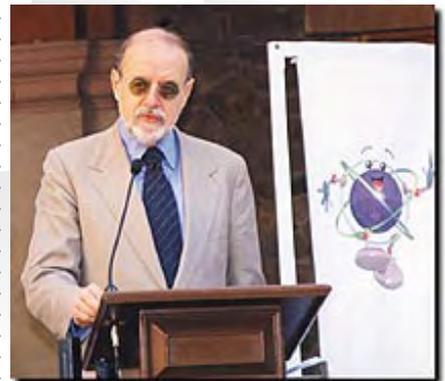
Bajo el lema de “Para un mejor futuro haz tuyas la ciencia y la tecnología”, la sexta Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) se llevó a cabo del 25 de octubre al 1o. de noviembre pasados, y en ella se logró involucrar de manera especial a niños y jóvenes en el vasto panorama que presentan la ciencia y la tecnología, mediante concursos, exposiciones, visitas guiadas, y experimentos. Además, se invitó a los planteles de educación primaria y secundaria a que realizaran concursos de conocimientos, maquetas científicas y periódicos murales sobre las materias de física, química, biología, matemáticas, geografía y ecología, entre otras actividades.

En la Plaza Patria de Aguascalientes se instaló la Carpa de la Ciencia; en el Centro de Ciencias Explora de la ciudad de León, Guanajuato, se realizaron las exposiciones denominadas Dinosaurios, y ¿Qué onda con el SIDA? Por su parte, la ciudad de Querétaro fue el marco de la exposición científica y tecnológica Exposcyteq-99, y del Concurso Municipal de Ciencia y Tecnología en las casas

de la cultura de los 18 municipios del estado. A su vez, se contó con la Feria de Ciencia y Tecnología en Mérida, Yucatán, y con el Trailer de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que recorrió diversas poblaciones del estado. También la iniciativa privada estuvo presente en esta sexta edición de la SNCT, para demostrar las aplicaciones que tienen los avances tecnológicos en la producción de artículos de consumo diario.

El evento anual se efectúa nacionalmente por medio de actividades creativas y propositivas que incluyen la participación de científicos, maestros, divulgadores y empresarios en ciclos de conferencias, talleres, exposiciones, demostraciones, visitas guiadas, concursos y ferias científicas, entre otras actividades.

La SNCT se originó en 1994 como resultado de la Alianza Norteamericana para el Entendimiento Público de la Ciencia y la Tecnología, en la que intervienen la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos, el Ministerio de Industria de Canadá y el Conacyt



Intervención de Carlos Bazdresch en el acto inaugural de la 6ª. SNCT.



Primer Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación

Con objeto de incrementar la actividad científica y la interacción de los investigadores se llevó a cabo el Primer Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación del Comité de Ingeniería, Materiales y Manufactura. La reunión tuvo lugar en el puerto de Acapulco, y se dio seguimiento académico a los proyectos que fueron apoyados por el Comité, entre 1996 y 1997. La inauguración del congreso estuvo a cargo de Jaime Martuscelli, director adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y en los tres días de trabajo fueron impartidas 14 conferencias plenarias y se celebraron cinco mesas redondas con la intervención de destacados panelistas.

Martuscelli destacó el tema de las modificaciones recientes efectuadas en el Sistema Nacional de Investigadores y, por su parte, Marcial Bonilla Marín, director de Apoyo a la Investigación Científica del Conacyt, se refirió al Programa para el Conocimiento y la Innovación 1998-2002.

Participaron también ponentes del Instituto Mexicano del Petróleo, del Grupo GIRSA, del Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados, del Instituto Nacional de Ingeniería Nuclear, de la Comisión Nacional del Agua, del Grupo de Ingeniería en Consultoría y Obra, así como de la National Science Foundation.

En el evento se desarrollaron los siguientes temas: Diagnóstico del grado de desarrollo de la metalurgia y los cerámicos en México, perspectivas de investigación aplicada y de interacción



Marcial Bonilla Marín, director de Apoyo a la Investigación Científica del Conacyt, durante su intervención.

academia-empresa; Contribución de la ingeniería química al desarrollo de los materiales en México; Materiales semiconductores y ópticos, antecedentes, estado actual y perspectivas de desarrollo, y La investigación para el desarrollo de la ingeniería mexicana y áreas prioritarias para el país en investigación aplicada y tecnológica de polímeros en el próximo siglo.



Investigadores participantes del Congreso en la exposición de carteles en Acapulco, Gro.

Entre los asistentes al congreso se encontraban 200 expertos en ciencias e ingeniería, mismos que plantearon modalidades de financiamiento y de mayor apoyo a los microempresarios que desean invertir en la modernización tecnológica, así como de impulso a la relación ciencia-industria que beneficie a ambos sectores.

En el evento se solicitó al Conacyt mayor información acerca de los proyectos terminados y dirigidos a la industria, para que ésta conozca la calidad de los trabajos que puede apoyar, así como la realización de reuniones del Consejo con los empresarios a fin de ampliar los bancos de datos. Asimismo, se exhortó a los industriales para que elaboren las propuestas de investigación y realicen proyectos de grupo, incrementen la formación permanente de recursos humanos y otorguen mayor apoyo a la ciencia en general. ●

Segundo encuentro de investigadores e instituciones del Sistema SEP-Conacyt

“ Para lograr que la investigación científica y tecnológica en México se consolide es

necesaria la participación efectiva de todos los componentes sociales involucrados en ella”, afirmó Pablo Rudomín, coordinador general del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, ante aproximadamente 300 investigadores.

Durante el Segundo Encuentro de Investigadores e Instituciones del Sistema SEP-Conacyt, Rudomín aseguró que para lograr que la sociedad tenga una perspectiva adecuada sobre la investigación en ciencia y tecnología es prioritario reevaluar no sólo la difusión de los avances y alcances de esta actividad, sino el espacio natural en el cual se desenvuelve, y afirmó que el rumbo tomado por la investigación científica hacia el nuevo milenio, así como la globalización y los cambios sociopolíticos de carácter cíclico no deben ser un factor de desestabilización de esta actividad.

En su intervención, Jaime Martuscelli, director adjunto de Investigación Científica del Conacyt, dijo que de 1994 a la fecha aumentó en cerca del 90% el número de científicos que forman parte del Sistema Nacional de Investigadores, y explicó que entre los programas de apoyo destacan los proyectos que están dirigidos a investigar campos nuevos, emergentes o rezagados, a los cuales se otorgará en total un millón de dólares anuales durante cuatro años. También se cuenta con 200 apoyos de 100 mil pesos cada uno para gastos de instalación de investigadores repatriados por el programa del Conacyt.



VICTOR PEREIRA

Por su parte, René Drucker, jefe del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, y vicepresidente de la Academia Mexicana de Ciencias, comentó que es deseable que el presupuesto asignado a la investigación científica y tecnológica aumente gradualmente para que se obtengan más y mejores resultados de esta actividad, lo cual redundará en beneficio de la sociedad mediante efectos perdurables en el mediano y largo plazos, en tanto que Rafael Loyola Díaz, coordinador de este segundo encuentro, sostuvo que la actividad conjunta de los centros del Sistema ha sido de interacción sin pérdida de autonomía, fomentando de este modo una cultura sistemática, y contribuyendo al fomento de las actividades de investigación en ciencia y tecnología.

En el evento se destacó que los 28 centros de investigación con que cuenta el Sistema representan un nuevo modelo en el quehacer científico, que necesita consolidarse como tal para responder a las expectativas del México de hoy. Asimismo, Hira de Gortari, presidente del Consejo Consultivo del Sistema SEP-Conacyt y director general del Instituto Mora, afirmó que se cuenta con nueve centros de investigación en ciencias exactas y naturales, nueve en ciencias sociales y humanidades, siete en tecnología y dos en servicios. También

delineó las características actuales del Sistema y destacó que se cuenta con 2 300 investigadores involucrados en él, de los cuales 50% tiene grado de doctor. Agregó que de los 73 programas de posgrado, el 100% se encuentra incluido en el Padrón de Excelencia del Conacyt, con una alta tasa de eficiencia terminal.

De Gortari explicó que los efectos de los centros del Sistema no se limitan al área académica; prueba de ello son las 10 mil empresas que se atenderán en el ámbito tecnológico; pues se cuenta con 11% del total de investigadores del Sistema Nacional, lo cual ubica a dichos centros en el tercer lugar en cuanto a tamaño e importancia en el territorio nacional, sólo detrás de la UNAM y del conjunto de las demás universidades públicas. Sumado a lo anterior expresó que el Sistema SEP-Conacyt en sí mismo posee una fuerte carga descentralizadora, dado que 19 centros de investigación se encuentran distribuidos en 16 ciudades del interior de la República, y 70% de los recursos humanos con los que se cuenta se halla fuera del Distrito Federal.

En este encuentro participaron 300 investigadores relacionados con materias sobre entorno, agua, frontera, migración e industria maquiladora; recursos naturales; biotecnología; instrumentación en óptica; historia e identidad; desarrollo de recursos humanos; aprovechamiento institucional, y vinculación. 🌐

V Olimpiada Iberoamericana de Química

En el orden acostumbrado, Carlos Wichers, Rubén Muñoz, Mauricio Castro –profesor tutor–, Ricardo Falcón y Gautham Nair.



“ El esfuerzo personal que los estudiantes realizan en forma adicional permite que los premios en competencias internacionales de ciencia sean accesibles para México, pese a nuestras deficiencias educativas, en comparación con el nivel académico de los países desarrollados”, afirmó Mauricio Castro, profesor tutor de la delegación de estudiantes que participó en la V Olimpiada Iberoamericana de Química, celebrada en Santiago de Compostela, España, el mes de septiembre pasado.

Seleccionados en los ámbitos estatal y nacional, los estudiantes han sido apoyados por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), desde su participación en la Olimpiada Nacional de Química –evento que se celebra anualmente con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Secretaría de Educación Pública–, donde compitieron 200 alumnos de bachillerato, preparatoria y de los colegios de Ciencias y Humanidades.

Los cuatro integrantes de la delegación nacional que compitieron en la V

Olimpiada Iberoamericana de Química fueron premiados de la manera siguiente: obtuvieron medalla de oro Gautham Nair, de Morelos, Carlos Wiechers, de Guanajuato, y Rubén Muñoz, de Jalisco; por su parte Ricardo Falcón, de Morelos, recibió la presea de plata.

En el concurso internacional participaron aproximadamente 200 estudiantes de 11 países de habla hispana: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México, Perú, Uruguay, Venezuela y España. ●

Investigación conjunta UAM-IPN en proyectos de ingeniería física

Los científicos Juan Azorín y Roberto Hernández López, de la Universidad Autónoma Metropolitana, junto con Ciro Falcony, del Departamento de Física del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional estudian la manera de elaborar películas luminiscentes a menor costo para crear superconductores y material aislante aplicable a la microelectrónica.

En el Cinvestav, los avances de la ingeniería física se centran en tres actividades principales, la tecnología de materiales, la instrumentación, y el aprovechamiento de energía no convencional. Por lo anterior, los investigadores citados trabajan en un proyecto de ingeniería física con tres líneas de investigación, la primera encaminada a elaborar películas luminiscentes para diversas aplicaciones, como son los dosímetros y las pantallas planas; la

segunda, para crear películas superconductoras destinadas a desarrollar materiales que sean aplicables a la fabricación de alambres superconductores y, por último, la tercera, que estudia materiales dieléctricos o aislantes en forma de películas delgadas que se emplean en la microelectrónica, en la fabricación de sensores de dispositivo microelectrónico.

Sobre los materiales altamente aplicables, Ciro Falcony informó que los óxidos de aluminio y de zirconio han sido estudiados y evaluados para crear películas delgadas luminiscentes, con aplicaciones principalmente en dosímetros, aparatos que no se producen en México y que se emplean para monitorear la exposición de radiaciones como rayos ultravioleta o rayos X, dañinos para el cuerpo humano. Además resaltó que el empleo de este tipo de películas delgadas bajaría el costo de

producción y optimizaría el empleo de los dosímetros utilizados en instituciones médicas, ya que actualmente hay dos tipos, los muy costosos, que emplean cristales, en ocasiones incluso diamantes, o los que son baratos pero desechables. El investigador del Cinvestav comentó que otra aplicación sería en la elaboración de pantallas planas, para sustituir el cinescopio que es pesado y frágil por un aparato de menor costo que podría colgarse en la pared, útil en las salas de operaciones de los hospitales.

Para finalizar, destacó que las propiedades de luminiscencia de estos materiales son fuertemente aumentadas cuando se les dota con elementos de tierra, tales como el terbio y el europio, que son los que brindan el color en la emisión luminosa. ●

Premio Nacional de Ciencias y Artes 1999

Este premio es un estímulo que otorga el gobierno federal a los mexicanos más sobresalientes en seis campos preponderantes de nuestra cultura, así como a las personas que con sus actividades contribuyen a la difusión, preservación y engrandecimiento de las artes y tradiciones populares de nuestro país.

En el campo de la lingüística y la literatura, el galardón se otorgó a Alejandro Francisco Rossi Guerrero; en el área de las bellas artes, a Guillermo Arriaga y Fernández; en historia, ciencias sociales y filosofía, a Josefina Zoraida Vázquez y Vera; en ciencias físico-matemáticas y naturales, a Augusto Fernández Guardiola y a Octavio José Obregón Díaz; en tecnología y diseño a Jesús González Hernández, y en artes y tradiciones populares, a Juan Quezada Celado y a la Orquesta Típica Yucalpetén. El Premio Nacional de Ciencias y Artes consiste en la entrega de una medalla de oro y un diploma firmado por el Presidente de la República, así como una cantidad en efectivo.

Alejandro Francisco Rossi, de 67 años de edad, fue fundador y codirector de la revista *Crítica*, así como miembro de los consejos editoriales de las revistas *Plural* y *Vuelta*. Es autor de 15 libros y ha sido distinguido con las becas Rockefeller y Guggenheim, así como por El Colegio de México.

Por su parte, Guillermo Arriaga y Fernández nació en la ciudad de México

en 1926, es fundador del Ballet Popular de México, fue director escénico y maestro de danza del Ballet Folklórico de México, y además creó el Centro de Investigación, Documentación y Archivo de la Danza.

La historiadora Josefina Zoraida Vázquez y Vera, de 67 años de edad, es originaria de la ciudad de México, y ha participado en la investigación de la historia de la educación publicada en la obra *Nacionalismo y educación en México*; también es experta en el tema de la guerra de nuestro país contra los Estados Unidos en 1847, al cual dedicó un libro que tituló *Mexicanos y norteamericanos ante la Guerra del 47*.

El neurofisiólogo Augusto Fernández Guardiola nació en 1921 y obtuvo el Premio Nacional de la Industria Químico-Farmacéutica en dos ocasiones; fue tutor del programa de doctorado en psicología de 1993 a 1996 y se ha dedicado a resolver el problema de la relación entre la actividad mental, la biofísica y la bioquímica del cerebro. Es autor de 134 artículos formales y 44 de divulgación.

Octavio José Obregón nació en la ciudad de México en 1945. Es autor de 93 publicaciones, más de cien artículos citados en forma sobresaliente en la literatura internacional, siete artículos de divulgación y dos libros; en 1995 obtuvo el Premio a la Investigación Científica, y en 1997, la mención honorífica de la Gravity Research

Foundation y el Premio al mejor Investigador en el área de las ciencias naturales y exactas.

El físico Jesús González Hernández tiene 50 años de edad y es originario de la ciudad de Durango; ha publicado más de 120 artículos en revistas científicas de prestigio internacional y es poseedor de cuatro patentes nacionales y 10 en los Estados Unidos. En 1994 obtuvo mención honorífica en el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos y el premio anual de la Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies e Interfases.

Juan Quezada Celado nació en 1940 en Chihuahua; ha sido iniciador y creador del movimiento de producción de cerámica de la cultura prehispánica de Casas Grandes, para lo cual reinventó la técnica, el estilo, los instrumentos y los métodos que le han devuelto vigencia a esa antigua estética. Además ha impartido conferencias y cursos-talleres en diversas ciudades de los Estados Unidos.

La Orquesta Típica Yucalpetén, formada en 1942 e integrada por 31 miembros, tiene grabados tres discos con las más famosas canciones y sones de la península de Yucatán y es considerada como una de las agrupaciones musicales con mayor tradición en el país. Su repertorio cuenta con más de 600 partituras y se ha presentado, con éxito, en diversos escenarios de México y del extranjero. ●

Alumnos de la UNAM triunfadores en competencia internacional de ingeniería

En el marco de la convención de otoño del American Concrete Institute (ACI), que se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Johns Hopkins de Baltimore, Estados Unidos, se realizó la Cuarta Competencia Anual de Compuestos de GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) en la que los equipos representantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ganaron los primeros lugares en las dos distintas categorías del concurso. Este certamen tuvo como objeto involucrar a los estudiantes de ingeniería civil y arquitectura en la tecnología del concreto, enfrentándolos a problemas que implican la utilización de nuevos materiales para mejorar el comportamiento de este elemento de uso común en la industria de la construcción.

En el concurso participaron ocho universidades norteamericanas, así como la UNAM y la Universidad Autónoma de Nuevo León, y consistió en diseñar y construir una viga con sección rectangular de 13.97 x 6.35 centímetros y un claro de 91.44 centímetros, reforzada con barras de fibra de vidrio, la cual sería probada hasta su falla mediante una prensa con capacidad de cuatro mil psi (libras por pulgada cuadrada) y una celda de carga de 10 toneladas, sujeta a otra carga concentrada a la mitad del claro y apoyada libremente en sus extremos. Constó de dos categorías, la de máxima "carga última" y la de "predic-

ción de la carga" necesaria para producir una deflexión de 1/4 de pulgada en la parte central de una viga. En la primera categoría, el objetivo era soportar la mayor cantidad de peso al ser probada, pues se buscaba establecer con la máxima exactitud posible el momento de deflexión de la viga.

Los alumnos ganadores fueron: Fernando Tejada Domínguez, Fernando Bustamante Igartúa, Octavio Gómez Pelegrín Ochoa, Alma Luisa Reyes Zamorano, Enrique Schleske Dupré y Jaime Moreno García, todos ellos miembros de la mesa directiva del capítulo estudiantil American Concrete Institute de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Los seis estudiantes de nuestra máxima casa de estudios trabajaron en conjunto desde el pasado mes de julio, para obtener los mejores resultados en ambas categorías, retroalimentándose mutuamente a lo largo de las distintas etapas de investigación, desarrollo, prueba y construcción de las vigas, pero debido a que las reglas del concurso

establecían que el tope de integrantes por equipo era de cuatro personas, los tres primeros formaron el que participó en la categoría de máxima "carga última", mientras que los segundos lo hicieron en la de "predecir la carga".

La premiación se realizó durante la convención internacional del ACI, donde estuvieron representados muchos países, entre ellos Canadá, Inglaterra, Colombia, Dinamarca, Suecia, Alemania, México, Australia, Francia, Nueva Zelanda, España, los Estados Unidos e Irán, entre otros.

Cabe destacar, la asesoría de Carlos Gómez Toledo, Claudio Merrifield Castro y Alvaro Ortiz Fernández; la colaboración de las empresas Apasco, Eucomex y MBT, así como la del Centro Nacional para la Prevención de Desastres, del CIDETEC y de la Comisión Federal de Electricidad, las cuales aportaron sus instalaciones, equipo, material, soporte técnico y apoyo económico, además de facilitar la realización de las pruebas de laboratorio. ●



Equipo de alumnos de la Facultad de Ingeniería que participaron en la Cuarta Competencia Anual de Compuestos de FRP en Baltimore.

Premio Mundial de Ciencias Albert Einstein 1999

El Consejo Cultural Mundial otorgó a Robert A. Weinberg el Premio Mundial de Ciencias Albert Einstein por su investigación sobre el cáncer, llevada a cabo en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). El científico premiado es una autoridad reconocida en el ámbito mundial por sus estudios sobre las bases genéticas del cáncer humano. La ceremonia oficial de premiación se llevó a cabo el 11 de noviembre de 1999, bajo los auspicios de la Universidad de Noruega.

La carrera de investigación del profesor Weinberg y sus colegas lo llevaron a descubrir el gen causante del cáncer humano, el *Ras oncogen* y el primero supresor de tumores, conocido como *Rb*, el gen retinoblastoma. Sus descubrimientos han sido los primeros en identificar y aislar oncogenes, genes relacionados con el cáncer en los seres humanos, mismos que han cambiado la forma de pensar acerca del cáncer y la biología de la célula mamaria, demostrando así, que este padecimiento es ocasionado por cambios en el material genético de dicha célula.

El Premio Mundial de Ciencias Albert Einstein se creó para reconocer e incentivar la investigación científica y tecnológica que por su importancia trascienda fronteras. Al ganador se le otorga una medalla conmemorativa, un diploma y diez mil dólares, además de promover la amplia difusión de sus



El prof. Roberto Weinberg, ganador del Premio Mundial de Ciencias "Albert Einstein" 1999; recibiendo el diploma de manos del Dr. José Rafael Estrada, Presidente del Consejo Cultural Mundial; a la izquierda el Prof. Emil Spjøtvoll, Rector de la Universidad Científica y Tecnológica de Noruega quien hizo entrega de la medalla conmemorativa.

trabajos en más de tres mil universidades y centros de investigación de todo el mundo. Weinberg se hizo merecedor de este reconocimiento por parte de los miembros del Comité Interdisciplinario del Consejo Cultural Mundial a causa de su destacada contribución en el campo de las ciencias biomédicas.

El principal propósito del programa de investigación de Weinberg es determinar cómo se compaginan los oncogenes, sus contrapartes normales (proto-oncogenes) y los genes supresores de tumores dentro del complejo circuito que controla el crecimiento de la célula, con el fin de aplicar este conocimiento para mejorar tanto el diagnóstico como el tratamiento del cáncer de mama.

Robert A. Weinberg es autor de cinco libros y más de 280 artículos. Sus obras más recientes, son: *One Renegade Cell* (Una célula rebelde), *Racing to the Beginning of the Road: the Search for the Origin of Cancer* (Carrera hacia el inicio

del camino: la búsqueda del origen del cáncer) y *Genes and the Biology of Cancer* (Los genes y la biología del cáncer), publicaciones realizadas en coedición con Harold E. Varmus, director de National Institutes of Health. Cabe señalar que Weinberg es miembro de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, y de la Academia Americana de Artes y Ciencias. ●



Premios Nobel 1999

Premio Nobel de Química

La Real Academia Sueca de Ciencias (KVA) anunció que el Premio Nobel de Química 1999 fue conferido a Ahmed Zewail, de nacionalidad egipcia, por sus estudios sobre los estados transicionales de las reacciones químicas, empleando espectroscopía de femtosegundos, para demostrar que es posible, con técnicas de láser rápido, ver cómo se mueven los átomos en una molécula durante determinada reacción química.

La técnica de visualización con láseres inventada por Zewail, quien labora actualmente en el Instituto de Tecnología de California, permite seguir cada detalle de una reacción a manera de “cámara lenta”, y la lógica de su desarrollo puede comprenderse a partir de la idea de emplear láseres cuya frecuencia permita que cada pulso tenga una duración comparable al tiempo en que ocurren los eventos centrales de las reacciones químicas.

Se trata de lapsos denominados femtosegundos, que se definen como la parte de un segundo, comparable a lo que éste es a 32 millones de años. La escala de los femtosegundos, de cuyo nombre vino el de la nueva disciplina, la femtoquímica, creada a consecuencia del trabajo de Zewail, no fue elegida de forma enteramente arbitraria. Si bien, la experiencia dicta que las reacciones químicas duran mucho más que eso, lo que el científico egipcio pretendía observar no era la secuencia de todas las transformaciones moleculares individuales necesarias para convertir un reactivo en su producto, sino las transiciones experimentadas por una molécula representativa, y son esas transiciones



Ahmed Zewail.

las que ocurren en tiempos de entre 10 y 100 femtosegundos, en promedio.

Lo que sucede en tales lapsos es, de hecho, el rompimiento de los enlaces químicos de los reactivos y la formación de los enlaces característicos de los productos. El trabajo de Zewail aprovecha, en este punto, la hipótesis teórica –establecida en los años treinta– de que estos estados transitorios se cruzan en escalas de tiempo, propias de las vibraciones moleculares.

De este modo, sincronizando los pulsos del láser es posible tener acceso a los tiempos característicos de las reacciones, con consecuencias prácticas directas: “La femtoquímica permite entender por qué ciertas reacciones químicas ocurren, pero otras no”, aclara la Academia, y sus aplicaciones incluirán, entre otros elementos, la química de catalizadores, el diseño de componentes electrónicos moleculares, los mecanismos bioquímicos de los procesos vitales o la producción futura de medicamentos. Por último, cabe señalar que Ahmed Zewail, nacido en 1946, también recibió el Premio de Ciencias Químicas de la National Academy of Sciences de los Estados Unidos, y la Orden al Mérito, en primer grado, del gobierno de Egipto en 1995. 🌐

Premio Nobel de Física

El Premio Nobel de Física fue entregado a los investigadores holandeses Martinus Veltman y Gerardus't Hooft “por haber colocado la teoría de la física de partículas sobre una fundamentación matemática más firme” –según argumenta la Real Academia Sueca de Ciencias (KVA)–, además de “... mostrar cómo puede usarse la teoría para hacer cálculos precisos de cantidades físicas, experimentos hechos en laboratorios de Europa y los Estados Unidos que han confirmado muchos de estos cálculos”.

Las explicaciones que los expertos hacen del trabajo teórico de los premiados dejan ver que pusieron a salvo una teoría física –el llamado modelo electrodébil– del comportamiento de las partículas elementales, que adolecía del defecto de llevar a predicciones sin sentido. Dicho modelo electrodébil parte de una teoría que intenta aglutinar el

Martinus Veltman.



Gerardus't Hooft.

conocimiento sobre el electrocromagnetismo y la interacción nuclear débil, responsable, esta última, de que los elementos radiactivos decaigan. Este modelo era vulnerable al predecir probabilidades infinitas, y los físicos estaban preocupados de que la teoría fuese inútil, pero el trabajo de Hooft y Veltman resolvió la dificultad, ya que sus esfuerzos se centraron en la búsqueda de similitudes o simetrías entre fenómenos dispares y la formulación de estas relaciones en un lenguaje matemático complejo.

Los científicos detallaron un método de cálculo que produjo predicciones cuya verificación experimental, años más tarde, devolvió la utilidad práctica al modelo electrodébil, y su trabajo permite calcular la masa de una partícula postulada por los teóricos, pero todavía sin descubrir. Se trata del llamado *quark tope*, cuya masa ha podido ser determinada en el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares, empleando los métodos de los holandeses.

Martinus Veltman es profesor retirado de la Universidad de Michigan y fue reconocido como miembro de la Academia Holandesa de Ciencias en 1981. Por su parte, Gerardus 't Hooft, actualmente realiza sus investigaciones en la Universidad de Utrecht, Holanda, y en 1997 fue galardonado con la medalla Gian Carlo Wick, de la Federación Mundial de Científicos. Ambos investigadores han recibido el Premio de Física de Partículas y Altas Energías, que otorga la Sociedad Física Europea, el primero en 1993 y el segundo en 1999.

Premio Nobel de Economía

El economista canadiense Robert Mundell, catedrático de la Universidad de Columbia en Nueva York, obtuvo esta distinción por su análisis de la política monetaria y fiscal en diferentes sistemas de tipos de cambio, y por sus estudios sobre zonas monetarias óptimas, los cuales sirvieron de base para la creación de la moneda común europea, denominada euro. Cabe señalar que dicha moneda ha conducido al crecimiento de la economía en este continente y a una baja del desempleo.

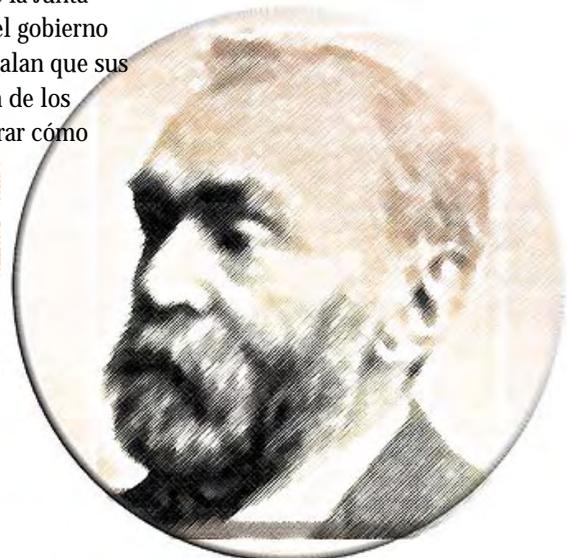
Mundell ha publicado numerosos trabajos sobre la manera como las políticas de cambio extranjero de los gobiernos afectan el flujo de capitales internacionales. Su trabajo sobre regímenes monetarios y la interdependencia macroeconómica de los países es muy importante y continúa desempeñando un papel primordial en el pensamiento económico actual. Mundell ha sido asesor de la Organización de las Naciones Unidas, del Banco Mundial, y de varios gobiernos de América Latina, así como de la Junta Federal estadounidense y del gobierno de Canadá. Los expertos señalan que sus investigaciones van más allá de los círculos académicos, al aclarar cómo



Robert Mundell.

fluctúan las tasas de cambio cuando un gobierno cambia de una política monetaria flexible a otra fija.

Robert A. Mundell nació en Canadá en 1932. Después de completar sus estudios superiores en las universidades de la Columbia Británica y de Washington, inició sus estudios de posgrado en la London School of Economics, y realizó su doctorado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde se graduó en 1956 con la tesis sobre movimientos internacionales de capital. Desde 1974 es profesor en la Universidad de Columbia, en Nueva York. ●



Premio Nobel de Medicina o Fisiología

El máximo galardón en investigación biomédica ha reconocido este año los estudios sobre el modo como los organismos hacen llegar las proteínas a su lugar adecuado, efectuados por el biólogo molecular alemán Günther Blobel premiado por sus contribuciones al entendimiento de los mecanismos mediante los cuales las proteínas pueden transitar dentro y fuera de las células hasta sus destinos finales.

“Un gran número de proteínas que realizan funciones esenciales se elabora constantemente en nuestras células”, explica el comunicado del Instituto Karolinska de Suecia, cuya Asamblea Nobel elige cada año a los ganadores. Estas proteínas deben ser transportadas del lugar donde son sintetizadas a otras partes de la célula, o incluso fuera de ésta; por ejemplo, la insulina, una hormona esencial para la correcta asimilación del azúcar, es sintetizada en las células del páncreas, pero debe salir de ellas para incorporarse al torrente sanguíneo.

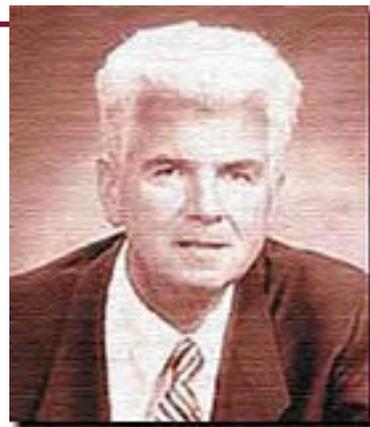
El trabajo realizado por Günther Blobel durante tres decenios ha respondido a las siguientes preguntas: ¿Cómo son transportadas las proteínas recién hechas a través de las membranas celulares y cómo son dirigidas a sus destinos apropiados? Las respuestas se basaron en la formulación, realizada en 1979, de la llamada “hipótesis de la señal”, cuya idea central consiste en postular que cada proteína, al ser manufacturada en la célula, es dotada de una secuencia de moléculas que juegan el papel de la dirección postal en un sobre de correo, indicando a todos los repartidores intermedios hacia dónde

deben dirigirse. La hipótesis es particularmente atractiva por su simplicidad: cada proteína es “ensamblada” con todo y etiqueta del destinatario, de modo que su transporte sea tan mecánico como el negocio diario de una compañía de paquetería mundial, y cabe señalar que los procesos operan de la misma forma en células de levaduras, plantas y animales.

Blobel describió su objetivo de investigación como “el entendimiento a fondo de la organización de la célula y los mecanismos que convierten en enferma la célula normal”, para que la medicina pueda comprender cómo se llega al cáncer, al Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida, al mal de Alzheimer y, en principio, a todas las enfermedades, y cómo combatir las de raíz. Sin embargo, para poder curarlas aún deben conocerse hechos tan básicos como el de qué sucede cuando el virus llega a la célula, cómo afecta sus funciones y cuáles con las propiedades de la misma.

En la actualidad Blobel encabeza el laboratorio de Biología Celular de la Universidad Rockefeller, en Nueva York, a donde llegó como un investigador posdoctoral en 1967, y “cuyos descubrimientos se harán cada vez más importantes para la industria farmacéutica, cuando en el futuro sea posible sacar células, repararlas con tecnología genética y volverlas a colocar”, dijo el profesor Bertil Daneholt, miembro de la Asamblea Nobel.

Por su parte, Klas Kaerre, del Instituto Karolinska de Estocolmo, afirmó que Blobel y sus colegas “sentaron las bases de las técnicas que otros han utilizado



Günther Blobel.

para poder elaborar varios medicamentos, entre ellos la insulina, la hormona de crecimiento y un fármaco que, junto con la quimioterapia, ayuda a producir la médula ósea”.

En opinión de los miembros de la Asamblea Nobel, este hallazgo ha tenido un alcance inmenso en la investigación sobre la biología celular, pues “ha ayudado a explicar los mecanismos moleculares existentes detrás de varias enfermedades genéticas”. Se cree que si una de las moléculas que componen la “etiqueta” de una proteína es cambiada—como consecuencia de un error de transcripción genética—, ésta acabará en una dirección errónea. Cabe señalar que algunas enfermedades hereditarias, como la fibrosis cística, “son causadas por el hecho de que las proteínas no alcanzan su destino adecuado”.

Nacido en 1936, en Silesia y nacionalizado estadounidense, Blobel se graduó en medicina en la Universidad de Tubingen, Alemania, antes de trasladarse a los Estados Unidos durante la década de los sesenta. Es fundador y presidente de la sociedad Amigos de Dresde, con sede en el vecino país del norte, y en 1978 se le otorgó el premio de la Fundación Steel en Biología Molecular, así como la condecoración Albert Lasker de Investigación Médica en 1993, y la denominada Rey Faisal en 1996. 

Mayella Almazán Hamilton, autora del artículo “Lingüística y lingüística computacional”, nació en Querétaro en 1967 y realizó sus estudios de licenciatura en lenguas modernas, con especialidad en el idioma inglés, en la Facultad de Lenguas y Letras de la Universidad Autónoma de Querétaro.



Posteriormente obtuvo su maestría en lingüística, centrada en la investigación de la fonología del español, en la University College London, y actualmente estudia su doctorado con especialidad en adquisición del lenguaje, en la Universidad de Essex, ambas instituciones del Reino Unido. Ha sido profesora en cursos de lengua inglesa, lingüística teórica y aplicada, así como en la materia de comprensión de lectura en inglés de textos técnicos especializados, en la Universidad Autónoma de Querétaro. Escribió los artículos “El parámetro de omisión de sujetos y la adquisición de una segunda lengua en el adulto”, “Syntax and Morphology in Williams Syndrome”, y como coautora, “Lexical Skills in Williams Syndrome”.

Correo electrónico: malmaz@essex.ac.uk

Yoav Bashan, autor del artículo “La caída de los gigantes: un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus prinlei*) en Baja California Sur”, nació en la ciudad de Haifa, Israel, el 12 de octubre de 1951. Obtuvo la licenciatura, la maestría y el doctorado con mención honorífica en la Hebrew University of Jerusalem, y posteriormente llevó a cabo dos años más de posdoctorado en The Weizmann Institute of Science, en Rehovot, Israel, institución en la cual se desempeñó tres años como investigador. Durante 1988 y 1989 trabajó como científico visitante en la Universidad del Estado de Ohio, Estados Unidos, y de 1990 a 1997 fue jefe del grupo de Microbiología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., institución en la que actualmente ocupa el cargo profesor investigador en el grupo de biología experimental, siendo su principal área de estudios la interacción de plantas y microorganismos. Es autor de más de 200 trabajos científicos, publicados en ediciones nacionales e internacionales, y éstos han sido citados por la comunidad científica internacional en aproximadamente 1 400 ocasiones. Asimismo, posee el nivel III del Sistema Nacional de Investigadores.



Correo electrónico: bashan@cibnor.mx

Claude Bathias, coautor del artículo “Tomografía computarizada: método no destructivo para el estudio de los materiales”, nació en 1938 en Bénévent, Francia. En 1964 obtuvo su doctorado en la Universidad de Poitiers, de su país natal, y en 1972 realizó sus estudios de posgrado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

Fue ingeniero consultor en Aerospatiale Co., en París, y de 1980 a 1985 fungió como director en el CNRS de la Universidad de Compiègne, Francia; también laboró como consejero en los ministerios franceses de Investigación y Tecnología y en el de la Defensa. Ha sido profesor en el Tecnológico de Georgia, Atlanta, Estados Unidos; en la Universidad de SWJ, Chengdu, China, y en el Conservatoire National des Arts et Métiers, París. Ha editado varios libros y escrito numerosos artículos sobre la fatiga y caracterización de los materiales. Recibió el premio Oppenheim para ingenieros y científicos de Francia y la Orden Nacional del Mérito en París. Asimismo, en 1988 le fue otorgado el Premio Nacional de Investigación del Instituto de los Metales, en Tokio, Japón.



Correo electrónico: bathias@cnam.fr

Gonzalo Mariano Domínguez Almaraz, autor del artículo “Tomografía computarizada: método no destructivo para el estudio de los materiales”, nació en la ciudad de Acámbaro, Guanajuato, el 10 de enero de 1959. Obtuvo la licenciatura en ingeniería mecánica-eléctrica en la Universidad Nacional Autónoma de México, y becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) realizó la maestría en aerodinámica, combustión y térmica, y el doctorado en energética en la Universidad de Poitiers, Francia. Mediante el Programa de Repatriación del propio Conacyt, fue contratado por el Instituto Tecnológico de Celaya, institución en la cual labora en la actualidad. Su labor docente comprende las cátedras en el nivel de licenciatura y posgrado, y sus líneas de investigación incluyen la electrostática y los fenómenos de conductividad en materiales dieléctricos, así como el estudio de los materiales por métodos no destructivos y la caracterización de sus propiedades físicas y mecánicas. Es miembro de The European Association for Composite Materials y del Sistema Nacional de Investigadores y autor de variados artículos editados en revistas de circulación internacional.



Correo electrónico: dgonzalo@celaya.itc.mx

Roberto Romero Sandoval, autor del artículo “Los murciélagos en el área maya”, obtuvo su posgrado en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es pasante de la maestría en estudios mesoamericanos y actualmente se desempeña como Técnico Académico auxiliar “C” de tiempo completo definitivo, en el área de Apoyo y Difusión a la Investigación del Instituto de Investigaciones Bibliográficas de la UNAM, en donde ha participado en la elaboración de diversos



catálogos. Asimismo, es autor del artículo *Viajeros en Palenque. Siglo XVIII y XIX: Un estudio histórico a través de su bibliografía.*

Claudia Noemí González Brambila, coautora del artículo "La importancia de la formación de doctores en México", obtuvo su licenciatura en ingeniería industrial, por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, y posteriormente su maestría en ingeniería en planeación por la Universidad Nacional Autónoma de México. En 1993 se desempeñó como coordinadora de planeación estratégica en el Instituto Tecnológico de Teléfonos de México y, en 1996, como directora de análisis e información en la Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; actualmente tiene a su cargo la Dirección de Planeación y Operación de Becas de esta institución.



Correo electrónico: cngb@buzon.main.conacyt.mx

Oscar M. González Cuevas, coautor del artículo "La importancia de la formación de doctores en México", nació en Mérida, Yucatán, en 1936. Obtuvo el título de ingeniero civil en la Universidad de Yucatán y los grados de maestría y doctorado en ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesor investigador en el departamento de materiales de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Azcapotzalco, así como tutor en el doctorado interinstitucional en educación, con sede en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. En la UAM fue rector general de 1985 a 1989, anteriormente fue rector de la Unidad Azcapotzalco, y director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería; y en la actualidad, es miembro de la Junta Directiva de dicha casa de estudios. Su áreas de interés en la investigación son la ingeniería estructural y la planeación y administración de la educación superior.



Correo electrónico: omgc@prodigy.net.mx

Mario Alberto González Garza, coautor del artículo "Tomografía computarizada: método no destructivo para el estudio de los materiales", nació el 27 de mayo de 1972 en Monterrey, Nuevo León. En 1994 obtuvo el título de ingeniero, con mención honorífica, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por la Universidad Autónoma de Nuevo León, y becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología realizó la maestría



en ingeniería mecánica, con especialidad en materiales, en la misma Facultad. Los resultados de la tesis con la que obtiene el grado de maestro en ciencias en 1996 fueron publicados y se presentaron en diversos congresos realizados en México y los Estados Unidos. En la actualidad realiza sus estudios de doctorado con la especialidad en materiales, en París, Francia. El eje principal de su investigación es el estudio mediante la tomografía de rayos X de fundiciones de aluminio y sus compósitos. Este proyecto se lleva a cabo en el Conservatoire National des Arts et Metiers, en colaboración con el Instituto Tecnológico de Celaya.

Correo electrónico: gonzalez@cnam.fr

Luz Estela González González, coautora del artículo "La caída de los gigantes: un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus pringlei*) en Baja California Sur", nació en la ciudad de Santa Fe de Bogotá, Colombia. Realizó sus estudios de licenciatura en biología en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá y obtuvo su maestría en ciencias en la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesora asistente del Departamento de Biología de la Pontificia Universidad Javeriana, e investigadora en el Programa de Saneamiento y Biotecnología Ambiental, para el desarrollo de sistemas biológicos de tratamiento de las aguas residuales.



Fax: (112) 54710

Ascensión Hernández de León Portilla, autora del artículo "Fray Bernardino de Sahagún", nació en Villanueva de la Luera, Badajoz, España, el 2 de mayo de 1940. Es doctora en historia por la Universidad Complutense de Madrid, y se ha especializado en la filología y la lingüística mesoamericanas, así como en la historia del exilio español en México. Es autora de varias obras y capítulos de libros, al igual que de numerosos artículos publicados en revistas especializadas o en memorias de congresos, y actualmente se desempeña como investigadora titular de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Filológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Gina Holguín, coautora del artículo "La caída de los gigantes: un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus pringlei*) en Baja California Sur", es originaria de Chihuahua. Realizó los estudios de licenciatura en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y los de maestría en ciencias en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de La Paz. Es investigadora en microbiología

ambiental, especializada en manglares, en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, y actualmente lleva a cabo el doctorado con especialidad en biología molecular, en la Universidad de Waterloo, Canadá.

Sylvia Ortega Salazar, autora del artículo “La importancia de la formación de doctores en México”, es socióloga con estudios de maestría y doctorado, realizados en la Universidad de Wisconsin en Madison, y en la Universidad de Texas, respectivamente. Ha sido profesora en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, donde también fungió como jefa del Departamento de Sociología; directora de la División de Ciencias Sociales y Humanidades, y de 1989 a 1993 fue elegida rectora de esa casa de estudios, convirtiéndose en la primera mujer en dirigir una universidad pública mexicana. Fungió como investigadora principal del programa de colaboración México-Estados Unidos; es miembro del Comité ejecutivo de la Fundación para la Cultura del Maestro Mexicano; del Comité de Ciencias Sociales, Económicas y de la Conducta de la National Science Foundation, y del Programa Académico y Profesional para las Américas. En 1995 fue nombrada directora adjunta de Asuntos Internacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y en ese mismo año se le nombró responsable de la planeación y operación del programa de becas de esta institución. El 2 de julio de 1999 fue designada rectora de la Universidad Pedagógica Nacional por el Secretario de Educación Pública, cargo en el que actualmente se desempeña. Ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas y es coautora de cuatro libros, así como acreedora de múltiples reconocimientos. Recientemente ha desarrollado un especial interés en las áreas de educación mundial, evaluación y acreditación en enseñanza superior, así como en modelos de cooperación académica y científica internacional.



Gerardo Toledo, coautor del artículo “La caída de los gigantes: un análisis del decaimiento del cardón (*Pachycereus prinlei*) en Baja California Sur”, nació en la ciudad de México. Obtuvo la licenciatura en biología marina por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y cursó seminarios de especialización en genética molecular en la Universidad de Bayreuth, Alemania. Posteriormente realizó la maestría en ciencias marinas, con especialidad en esa rama de la biología, en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, y actualmente cursa el doctorado en dicha disciplina en la Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California. Asimismo es autor de diversos trabajos científicos, publicados en ediciones internacionales.



María Magdalena Vázquez G., autora del artículo “Acaros oribátidos de Quintana Roo”, nació el 27 de agosto de 1951 en la ciudad de Aguascalientes. Obtuvo el título de profesora de biología por la Escuela Normal Superior, y fue becada por las secretarías de Relaciones Exteriores y de Educación Pública para realizar sus estudios de doctorado en la Universidad Estatal de Lvov, Ucrania. De 1983 a 1988 laboró en el Centro de Investigaciones de Baja California Sur como Jefa del Departamento de Biología Terrestre y a partir de 1992 trabaja como profesora investigadora en la Universidad de esa entidad federativa, donde realiza estudios sobre la composición de la fauna edáfica en las selvas tropicales de Quintana Roo, con el apoyo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Es autora de una veintena de artículos científicos y de dos libros; pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, y en la actualidad realiza su año sabático en el Museum of Biological Diversity en la Ohio State University, donde colabora en el proyecto denominado Distribución geográfica de los ácaros de las familias: Uropodiade (Mesostigmata) y Opilioacaridae (Notostigmata), en los diversos ecosistemas de Quintana Roo.



Correo electrónico: marvazqu@balam.cuc.uqroo.mx

Domingo Alberto Vital Díaz, autor de la reseña del libro “Tradición y modernidad en Manuel Gutiérrez Najera”, nació en 1958 en la ciudad de México. Obtuvo su licenciatura en lengua y literatura hispánicas por la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó su maestría y doctorado en letras mexicanas y en filología, respectivamente, este último en la Universidad de Hamburgo, en Alemania. Ha publicado los libros *Lenguaje y poder en Pedro Páramo*; *El arriero en el Danubio*. *Recepción de Juan Rulfo en el ámbito de la lengua alemana*; *La cama de Procasto*. *Vanguardias y polémicas. Antologías y manifiestos*, entre otros, y sus artículos han sido publicados en revistas especializadas de México, Alemania y Francia.

