

# Ciencia y Desarrollo

1975  
2000

Enero/Febrero del 2001 • Volumen XXVII • Número 156 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

## Carlos de Sigüenza y Góngora y el Golfo de México

**Ciencia o pseudociencia,  
opciones excluyentes: Mario Bunge**

**Gestión de residuos sólidos municipales**

**Nuevo milenio, nuevo posgrado**

**La tecnología de la tortilla,  
pasado, presente y futuro**



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

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas  
Claudia González Brambila

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica  
Adrián Jiménez Gómez

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



SEP • CONACYT

Director Editorial  
Armando Reyes Velarde

Editora  
Clairette Ranc Enriquez

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, Josefina Raya López, Lizet Díaz García y Alicia Díaz Ortega

Coordinación de producción: Jesús Rosas Espejel

Producción: Carolina Montes Martínez

Diseño e Ilustración  
Agustín Azuela de la Cueva y Elvis 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 Tlihuaca, 02400 México, D.F.

Suscripciones y ventas  
Alicia Villaseñor  
Conacyt/Ciencia y Desarrollo  
Av. Constituyentes 1054, edificio anexo, 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.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 1054, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo, 11950 México, D.F., teléfono 327 74 00, ext. 7800 y 7801.

## Editorial

En la actualidad no hay área del saber que no exploren los científicos mexicanos, desde el micro hasta el macrocosmos. Incluso frecuentemente son objeto de reconocimientos internacionales. Están involucrados tanto en la investigación modesta pero necesaria para el desarrollo económico regional como en los estudios que hacen posible enriquecer el conocimiento universal.

Un ejemplo claro del nivel alcanzado por la ciencia en México lo ha a la ciencia en nuestro país, creada por la sociedad nacional a lo largo de decenios. Esta infraestructura ha logrado los valiosos espacios científicos con los que contamos. La exigencia del futuro es su enriquecimiento. 

# Ciencia y Desarrollo



ENERO • FEBRERO DEL 2001 • VOLUMEN XXVII • NUMERO 156



Editorial 1

Entrevista 4

Ciencia o pseudociencia, opciones  
excluyentes: Mario Bunge  
SANDRA ARCOS

Gestión de residuos sólidos municipales en México 12

## Un estudio de caso

OTONIEL BUENOSTRO DELGADO

Un científico mexicano y su visión  
romántica de la fisiología de las alturas 40  
ANA CECILIA RODRIGUEZ DE ROMO

Carlos de Sigüenza y Góngora  
y el Golfo de México 48  
VIRGINIA GONZALEZ CLAVERAN

El fin de la historia natural 62  
HORACIO DE LA CUEVA  
SALCEDO

La tecnología de la tortilla 22

## Pasado, presente y futuro

JUAN DE DIOS FIGUEROA CARDENAS  
Y JESUS GONZALEZ HERNANDEZ

Nuevo milenio, nuevo posgrado 32

## Visión profesional- interdisciplinaria para ciencias e ingeniería ambiental

TIMOTHY J. DOWNS



Americae, Mappa generalis, 1746, que se encuentra en el Archivo Nacional de Brasil.



Igualdad y desigualdad superficial en cuadriláteros 68

CONRADO RUIZ HERNANDEZ  
Y CARLOS SAUL JUAREZ LUGO

La inteligencia emocional 74

**Detonante para mejorar la calidad de vida**

YOLANDA L. OLVERA, BENJAMIN DOMINGUEZ  
TREJO Y ALEJANDRA CRUZ T.



Descubriendo el Universo 82

- *La excelente exploración de Eros* 82
- *Un paseo por los cielos de enero y febrero del 2001* 85

JOSE DE LA HERRAN

Alaciencia de frioleras Descripción del Helióforo 86

MIGUEL ANGEL CASTRO MEDINA

Deste lado del espejo

- *El apresurador de ligues* 90
- *Dos por cuatro ooocho, dos por cinco dieeez... (solución al torito del núm. 155)* 92
- *Los estrategas de la Mesa Redonda (El torito)* 93

MARCELINO PERELLO

La ciencia y sus rivales

*Tecnología extraterrestre* 94

MARIO MENDEZ ACOSTA

Reseñas

*Hijos del Sol. Historia de nuestros orígenes* 96

CESAR MEDINA SALGADO

*Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX* 98

XOCHITL MARTINEZ BARBOSA

Comunidad Conacyt 100

- *Foro Permanente de Ciencia y Tecnología*
- *Primera Feria Educativa de Posgrado y Promoción de la Convocatoria 2001 de Becas Crédito para el Extranjero*
- *Seminario sobre Evaluación de la Educación Superior y la Investigación en México y el Reino Unido*
- *Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos*
- *Séptima Semana Nacional de Ciencia y Tecnología*

Nuestra ciencia 105

- *Primer Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia*
- *Modelos en computadora previenen la desaparición de diversas especies*
- *Otorgan a científicos mexicanos el Premio Reina Sofía 2000 de Investigación sobre Prevención de las Deficiencias*

La ciencia en el mundo 108

- *Premios Nobel de Química, Física y Medicina*

Los autores 110

## Ciencia o pseudociencia, opciones excluyentes: Mario Bunge

SANDRA ARCOS

La ciudad de Morelia, Michoacán, fue la sede del Primer Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología, cuyo tema central de análisis se denominó El conocimiento y el desarrollo en el siglo XXI.

Del 25 al 29 de septiembre, especialistas de las ciencias sociales y naturales se reunieron en la histórica ciudad para discutir los retos de la filosofía de la ciencia y la tecnología en los próximos decenios, los desafíos éticos a que se enfrentan ambas actividades humanas, las concepciones actuales sobre la racionalidad de la ciencia, la tecnología y los valores. Además se realizó la presentación pública de la plataforma electrónica del programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

La mesa redonda titulada Cien años de la mecánica cuántica reunió a tres personalidades del mundo de la ciencia y de la filosofía, los doctores Luis de la Peña y Sergio Martínez, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Mario Bunge, de la Universidad Mc Gill de

Canadá, quien también presentó la ponencia denominada Las cinco ramas de la filosofía práctica como otras tantas técnicas.

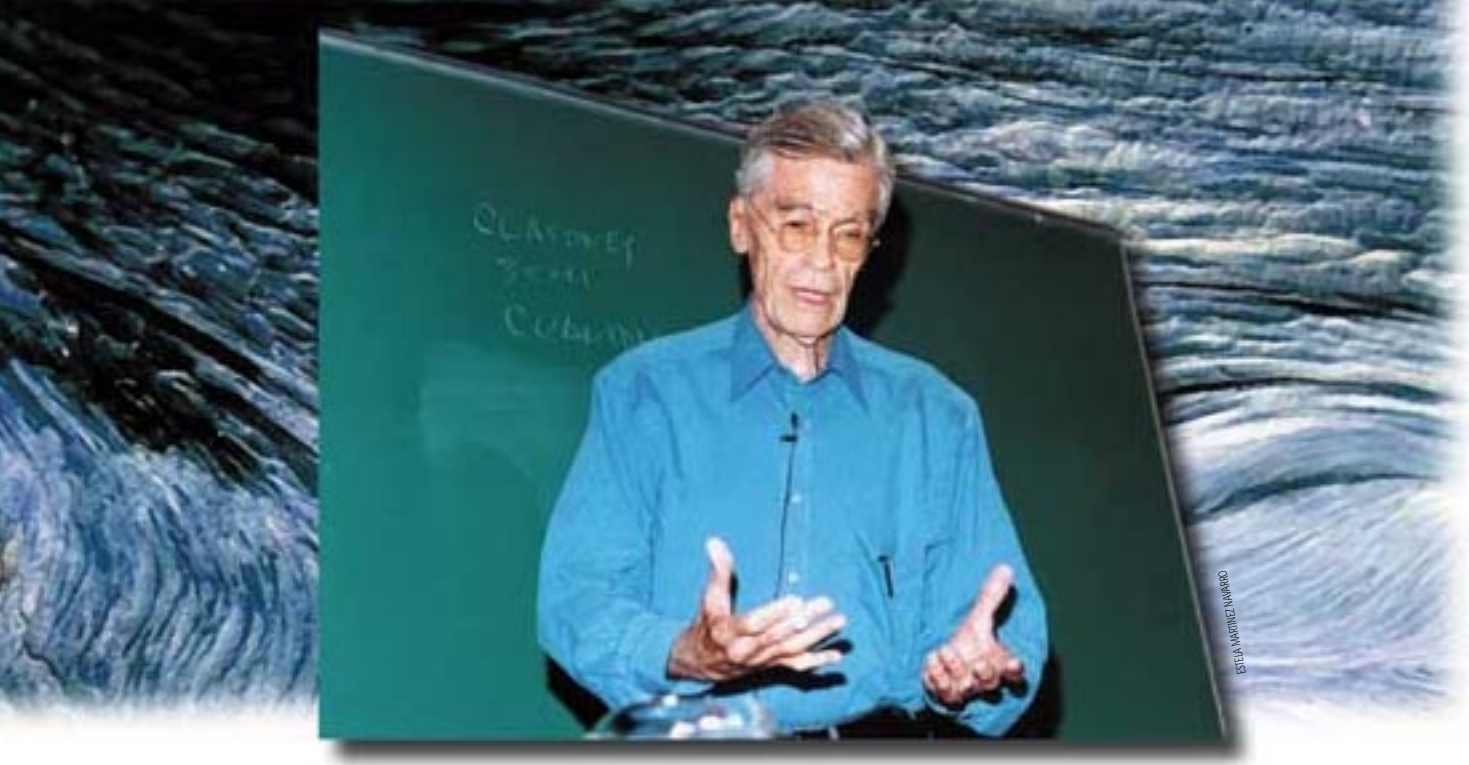
Mario Bunge nació en Buenos Aires el 21 de agosto de 1919 y reside en Montreal desde 1966. Es doctor en ciencias físico-matemáticas por la Universidad Nacional de la Plata (1952), y doctor Honoris Causa por varias instituciones de educación superior, tales como la Simon Fraser University y las universidades de Rosario y Nacional de la Plata, entre otras.

El doctor Bunge ha sido catedrático de numerosas universidades de América Latina, los Estados Unidos y Canadá. Es miembro de la Académie Internationale de Philosophie des Sciences (1965), del Instituto Internacional de Filosofía (1969) y de la Academy of Humanism (1985), así como Fellow of the American Association for the Advancement of Science (1984) y de la Royal Society of Canada (1992).

Es autor de 35 libros y de más de 450 artículos sobre temas de física teórica, matemáticas aplicadas, teoría de sistemas, sociología, matemática, epistemología, semántica, ontología, axiológica, ética, política científica, etc., y entre sus libros destacan: *Ética y ciencia*, *La causalidad*, *The Myth of Simplicity*, *Foundations of Physics*, *La investigación científica*, *Method, Model and Matter*, *Epistemología*, *Ciencia y desarrollo*, *El problema mente-cerebro*, por mencionar sólo algunos.

La siguiente entrevista al catedrático fue realizada en el marco del Primer Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología.





¿Usted mencionó la ciencia como “la cosa rara”, pero ¿qué más es la ciencia para Mario Bunge?

La investigación científica básica consiste en descubrir el mundo, en tratar de explicarlo; es una disciplina rigurosa porque no sólo se trata de imaginar hipótesis, sino también de ponerlas a prueba. En la vida diaria podemos decir cualquier cosa, y la religión inventa mitos, pero en ciencia hay que tratar de probar todo lo que se dice, ya sea haciendo deducciones de los principios o haciendo observaciones o experimentos. Por ejemplo, la psicología es una ciencia no únicamente porque imagina hipótesis, sino porque las pone a prueba.

¿Cómo las pone a prueba?

Las pone a prueba haciendo experimentos psicológicos con gente y con animales. Por ejemplo, usted puede saber qué está pensando una persona, pues hoy en día se puede casi observar el cerebro mediante métodos de visualización o de resonancia magnética; se puede conocer qué partes del cerebro están activas cuando hablamos, cuando calculamos, cuando soñamos, etc.; en cambio, las especulaciones fantasiosas como las del psicoanálisis no son científicas, ya que, sencillamente, los psicoanalistas no hacen experimentos, sino sólo afirmaciones y por ello tienen tanto éxito popular, porque no hace falta estudiar ni aprender nada para leer sus obras. Para hacer investigación en psicología, sobre todo en psicología contempo-

ránea, es necesario aprender a diseñar experimentos, a manejar aparatos, etc.; y es un aprendizaje lento, que lleva muchos años. Los que quieren improvisar, los que se contentan con creer todo lo que ven escrito, pues que recurran a las pseudociencias.

¿Qué es la filosofía?

La filosofía se ocupa de muchas cosas. Es la investigación rigurosa de los razonamientos, del significado de las palabras, de las estructuras de las teorías científicas, de la manera como conocemos, y también se ocupa de valores y de normas morales. La filosofía puede ocuparse prácticamente de todo, por eso figura, más o menos de forma explícita, en todos los temas acerca de cuestiones importantes, por ejemplo, el desarrollo nacional.

Para diseñar políticas de desarrollo hay que tener una visión del mundo, y esa visión es una filosofía. Hay que saber si la sociedad es un mero conglomerado de individuos o si los individuos se agrupan en sistemas; por ejemplo, familias, escuelas, empresas, etc. Hay que adoptar no sólo ciertos valores personales, como el bienestar individual o la libertad, sino también valores sociales, tales como la cooperación, la cohesión, la paz, la democracia. Por lo tanto, un plan de desarrollo debía ser, a mi modo de ver, un plan integral que contemple no únicamente el desarrollo económico; también debe incluir el desarrollo político, es decir, lograr mayor democracia, mayor participación popular; el desarrollo cultural, que implica tener acceso más



fácil a la cultura; el desarrollo biológico, esto es, la atención de la salud, la educación, etc. Todo ello es una visión integral de desarrollo.

Por desgracia, habitualmente los planes de desarrollo se ponen en manos de economistas, y ellos solamente ven un aspecto del problema y de este modo no ven nada. No puede haber un desarrollo sano de la economía si no hay mano de obra calificada, para lo cual debe existir gente que goce de buena salud y esté bien educada, de lo contrario, trabajadores no calificados se verán imposibilitados para trabajar en la industria avanzada. Tienen que estar motivados, participar de las ganancias y de las decisiones, por lo cual hay que consultarlos.

¿Cuál es la relación de la ciencia con la filosofía?

En una época se confundían, eran una la ciencia y la filosofía en la antigua Grecia. A partir del siglo XIX se separaron y los filósofos dejaron de aprender ciencia e hicieron especulaciones totalmente alejadas de ella, como Hegel; algo que es característico. La filosofía fue por un lado y la ciencia fue por otro. Naturalmente llegaron a chocar, por ejemplo Nietzsche, anticientífico, y por supuesto sus sucesores, como Heidegger, aún más anticientíficos.

Un científico que aborde ciertos problemas difíciles no puede evitar la filosofía, por ejemplo, el problema de si el universo tuvo un comienzo o no, si fue creado o no. Son cuestiones tanto filosóficas como científicas, y tal es el caso de preguntarse qué es la vida, si esta fue creada o

si se desarrolló de manera espontánea a partir de materia no viva; ¿qué es la mente?, ¿es inmaterial?, ¿es una función del cerebro?, ¿qué es la sociedad?, ¿una mera suma de individuos?, ¿un supersistema compuesto de sistemas?

Repito, son problemas tanto científicos como filosóficos. Un científico que se limite a hacer ciertas observaciones o ciertas mediciones no se planteará grandes problemas filosóficos, pero si quiere averiguar cuáles son los mecanismos neuronales de la imaginación, del sueño, de la percepción, tendrá que adoptar una filosofía materialista, una filosofía que sostiene que los procesos mentales son procesos cerebrales. En cambio, si adopta la filosofía de que la mente es inmaterial, pues no va a investigar los cerebros, ni los mecanismos y no podrá explicar por qué pensamos lo que pensamos, por qué nos emocionamos algunas veces y otras no, por qué es imposible aprender sin estar motivado, etcétera.

Tomemos como ejemplo el comienzo de la física atómica, que se inició en la Grecia antigua. Los atomistas griegos y las discusiones actuales sobre esta disciplina han discurrido sobre si existen o no los átomos aunque no se les observe, si todo acto de observación o de medición perturba al objeto observado; o bien, pensemos en la biología evolucionista, la discusión acerca de qué son las especies biológicas, si son puramente arbitrarias o no, si se trata de conjuntos de organismos o de individuos. En las ciencias sociales, la economía pretende explicar todo en términos de deseos y decisiones de individuos, sin tener en cuenta las interacciones de la gente o los sistemas sociales. Todos estos son problemas que resucitan cues-

tiones filosóficas y la manera de enfocar los problemas científicos depende mucho de la filosofía que se adopte. Nadie investigaría el origen de la vida en laboratorios si creyera en las fábulas bíblicas de que Dios creó a los seres vivos; en cambio, las investigaciones sobre el origen de la vida están muy avanzadas, y es probable que haya una respuesta en los próximos meses. Es un problema de muy largo alcance, pero ya se han sintetizado en el laboratorio moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) y se espera sintetizar organillos, tales como los ribosomas, y después juntarlos y hacer células en el laboratorio de manera artificial.

¿Cuándo se ponen a discusión la ética o los límites de la ciencia?

Muchas veces se confunde la ciencia con la técnica y se acusa a la ciencia del pecado cometido por industriales y por políticos. Tome usted el caso de la bomba atómica. Muchos acusan a los físicos de proporcionar el conocimiento básico, pero después estuvieron los ingenieros que diseñaron la bomba. Ese fue un proyecto puramente técnico, no científico, pues cuando se trata de diseño de artefactos es ingeniería. Después estuvieron los políticos que decidieron arrojar la bomba atómica contra los deseos de los físicos atómicos. Los científicos habían dicho: "No queremos que esa bomba sea utilizada si no es necesario". Y no era necesario, pues fue una decisión política tomada por el presidente Truman contra el deseo de la mayoría de los científicos.

Pero ahora hay que distinguir dichos aspectos; es decir, el científico, el técnico y el político. No debe acusarse a los científicos de los pecados que cometen los políticos. Desde luego que hay desarrollos técnicos y artefactos que no sirven. Nadie puede cepillarse los dientes con una ametralladora, los cañones no sirven para curar, sino para matar. Hay técnicas que no son ambivalentes, sino univalentes, como es el caso de todas las técnicas militares que sirven solamente para destruir; en cambio, la farmacología, que es una ciencia aplicada y una técnica, o la terapéutica, que es una técnica médica, todas ellas dirigidas a curar, es-

tán enfocadas a un fin bueno; y lo mismo es el diseño de artefactos domésticos, de utensilios de cocina, de refrigeradores. Hay otros artefactos, tales como tijeras y cuchillos, que son ambiguos, se puede cortar pan o bien se puede degollar.

Considero que es necesario controlar el desarrollo de las técnicas, porque a diferencia de las ciencias básicas, pueden transformar el mundo; se puede causar daño o se puede hacer bien. En este momento está en boga la discusión sobre las especies transgénicas y la ingeniería genética en general. Los ambientalistas critican, con razón, el uso indiscriminado de esas nuevas técnicas, pero tampoco hay que irse al otro costado y condenarlos de entrada, porque obviamente lo que acaba de conseguirse en México, una variedad de maíz que tiene el doble de proteínas que el maíz común, es un gran éxito, es algo muy positivo.

¿La mala información respecto a los resultados obtenidos por los científicos provoca el rechazo?

Sí, así es. Es muy importante que los científicos hablen al público, que den entrevistas, que escriban artículos de divulgación, que aparezcan en programas de televisión y de radio. La divulgación de la ciencia y la técnica debe ser más frecuente y sería preciso tenerla en cuenta a la hora de evaluar la utilidad de un profesor, pues habitualmente no se hace, se descorazona al científico, al considerar que quien hace labor de divulgación no es serio. No es así, creo que cumple con una de sus dos obligaciones: una es buscar la verdad y la otra es enseñarla. De todos modos, es el pueblo el que le está pagando el sueldo, de modo que tiene obligación para con el público.

¿Qué implica la transformación?

Transformar es cambiar y las transformaciones pueden ser naturales, espontáneas o artificiales, pueden ser provocadas, pueden ser dirigidas por un ser humano. Hay transformaciones buenas, malas y otras que son ambiguas. Por ejemplo, cada vez que se inventa un artefacto para ahorrar trabajo, se quita un puesto laboral, salvo que



sea un artefacto doméstico, como aquí se señaló. El progreso industrial, impulsado por la técnica, es ambiguo porque, por un lado, aligera el trabajo físico y permite hacer cosas que antes no podían llevarse a cabo, pero por otro lado aumenta la desocupación. Hace muchos años el gobierno colombiano no permitió la instalación de una fábrica Ford, porque muchas operaciones estaban automatizadas, eran ejecutadas por robots, pero ¿por qué? Porque no traían nuevos empleos, sino que eliminaban puestos de trabajo.

Hay que graduar la introducción de las nuevas técnicas, sobre todo en los países subdesarrollados. No es cuestión de que todo el trabajo lo hagan unas pocas máquinas y que las grandes mayorías no encuentren trabajo. Eso sería monstruoso; por ejemplo, en los Estados Unidos sólo el 3% de la población vive del trabajo agrícola y no aproximadamente el 50%, como en México. Imagínese si se introdujeran todas esas técnicas, esa maquinaria, esas semillas especiales y esos abonos aquí, estaría desocupada la mitad de la población y sería desastroso. Además, ese cultivo intensivo está destruyendo el ambiente, está aumentando la aridez, está disminuyendo la productividad de la tierra; así, hay que tener mucho cuidado con la aplicación de técnicas avanzadas.

Una cosa es adoptar las técnicas de información, y otra adoptar técnicas agrícolas que dañan el ambiente y provocan desocupación masiva. Es preciso, pues, que haya un control democrático. El mercado libre no debería funcionar en esos casos, pues al dañar la naturaleza nos dañamos a nosotros, y estamos ensuciando nuestro propio nido. Fíjese lo que está pasando con el problema del agua, que es muy peliagudo en este país. México se está desecando; nunca tuvo muchos ríos ni muchos lagos, pero ahora, con los cultivos intensivos para poder exportar, el problema se está volviendo mucho peor. Se tienen que hacer perforaciones para sacar el agua que ha estado allí durante millones y millones de años, y cuando ésta se acabe, habrá que perforar más, y después ¿qué? Hay que desalinizar el agua de mar. Debemos buscar nuevas fuentes de agua, nuevas fuentes de irrigación, etc. Hay que controlar el agua, hacer embalses.

En los Estados Unidos está pasando algo parecido. El



ESTELA MARTÍNEZ INVARRO

medio oeste y California se están desecando, y en Europa, Italia y Grecia también se están desecando rápidamente. Son problemas trágicos. En los Estados Unidos el habitante promedio utiliza mil litros de agua por día, pero en el Tercer Mundo si se gastan cinco litros de agua al día es mucho. No se toman duchas, el agua la usan casi exclusivamente para cocinar y para un lavado muy superficial. Compare cinco litros contra mil. El Tercer Mundo está más poblado que el primero; además, el Primer Mundo está consumiendo recursos hídricos, recursos petroleros, materias primas no renovables, con una rapidez increíble. Hay que planificar eso y tomar muy en serio el problema de la aridez reciente que está despoblando regiones enteras de Asia y Africa.

¿Qué son las teorías científicas? ¿Representan al mundo?

Son sistemas hipotéticos deductivos, es decir, son sistemas de hipótesis, enlazados entre sí por lazos lógicos de implicación. Hay buenas, las verdaderas, que representan el mundo, pero lo hacen de una manera muy “directa”, igual que un cuadro cubista puede representar a una mujer. En realidad, no son representativas, hay que ponerlas a prueba haciendo experimentos, observaciones y en eso se diferencian de las teorías matemáticas, que son abstractas. No se refieren al mundo y no se ponen a prueba haciendo experimentos sino exponiendo aspectos puramente conceptuales. La demostración de un teorema no requiere de dato empírico alguno.

¿Podemos confiar en el conocimiento científico?

No hay mejor conocimiento. Si queremos saber cómo es el mundo, si queremos entenderlo y eventualmen-

te transformarlo mediante la técnica, tenemos que hacer ciencia básica, ya que parte de ella alimenta la técnica; no toda, sólo una pequeña parte. De lo contrario, vamos a tener que hacer pseudociencia, religión, algún mito, y con eso no se entiende el mundo ni se le transforma de manera racional. Con la pseudociencia o con los mitos religiosos no se diseñan automóviles, ni siquiera lavadoras de ropa; para eso se necesita la ingeniería, la que usa matemáticas, física, química, etcétera.

¿En este caso, cuál es la responsabilidad del filósofo de la ciencia?

El filósofo de la ciencia tiene una enorme responsabilidad. Primero, debe tratar de discutir con los científicos para ver cuáles son los problemas oscuros que quedan por resolver y para evitar interpretaciones incorrectas de sus propias teorías, de sus experimentos. Pero la mayor parte de los filósofos no sabe de ciencia; un buen número de ellos sólo lee a otros filósofos, o a lo sumo libros de divulgación. Entonces, a veces tienen ideas que pueden destruir el avance de la ciencia; por ejemplo, los filósofos son los responsables de la psicología conductista, porque los positivistas les dijeron: el psicólogo debiera limitarse a observar y describir la conducta, puesto que los procesos mentales no son observables y el psicólogo no debe estudiar los procesos mentales. Pero, justamente, son los procesos más interesantes, y por fortuna el conductismo está prácticamente muerto. Después hablamos de la influencia negativa que tuvieron los filósofos positivistas en la mecánica cuántica e incluso en la física atómica. Algunos filósofos de hace un siglo decían que no había que hacer física atómica porque los átomos son inobservables y sólo debe describirse lo que se puede observar. Se opusieron, entonces, con gran éxito, y durante años retardaron el avance de la física atómica.

Muchos filósofos, a partir de Putnam, expusieron recientemente que la mente es un conjunto de programas de computadora y que, por lo tanto, para describir los procesos mentales basta la teoría de la máquina de Turing. Así nació la llamada orientación computacionalista de la psi-

cología y también de la neurociencia, de acuerdo con la cual todos los sistemas nerviosos, todo lo que hace la ciencia es computado, es calculado. Pero eso se aplica sólo a los procesos llamados algorítmicos, es decir, cuando hay una regla precisa para hacer algo, por ejemplo extraer una raíz cuadrada. Sí, pero ¿quién inventa el algoritmo?, ¿lo inventa la máquina? No, el algoritmo es para diseñar otros algoritmos. Esa orientación de la psicología ignora la creatividad, la imaginación, la inspiración, los sentimientos; desconoce que sin motivación y sin pasión no hay búsqueda de la verdad y la pasión no es calculable, no es un proceso de computadora. Utilizan de manera metafórica los términos computación, información, etc., y de esa forma impiden que el psicólogo se acerque a la neurociencia, que es la única que puede explicar los procesos mentales y sus mecanismos. De modo que el filósofo puede hacer bien o puede hacer daño a la ciencia, según sea su filosofía.

¿De qué manera influye el contexto social e histórico en los nuevos conceptos?

Muchísimo. No hay pensador en un vacío social, y eso vale tanto para la filosofía como para la ciencia, la técnica, la religión, la política y para todo, pero la sociedad no sugiere ideas, la sociedad simplemente estimula o inhibe al investigador. La sociedad no crea ideas ni las refuta, sólo puede proporcionar herramientas, ya sea para avanzar o para retroceder. Una sociedad que estimule o que tolere por lo menos la investigación, hará posible su trabajo; en cambio, una sociedad en que predominen dogmas y supersticiones va a inhibir la investigación científica. El trecho de la ciencia a la técnica es largo y costoso. Cuanto más se sepa más se podrá lograr.

¿Hay algún límite para la ciencia?

Sí, los límites impuestos por la sociedad. Una sociedad pobre, que no tiene recursos, o cuya clase dirigente no se da cuenta de la importancia de la ciencia, le va a imponer límites, simplemente recortando el presupuesto

de investigación, pero dichos límites son sociales; además, estamos limitados por lo que sabemos. Es decir, las próximas invenciones o descubrimientos se van a hacer sobre lo que sabemos, y puesto que lo que sabemos es poco no esperemos mucho de forma inmediata. Es un proceso acumulativo y muy lento. Hay que tener en cuenta que la ciencia moderna empezó apenas hace cinco siglos.

¿Existe el progreso científico?

Claro, nadie duda de que exista el progreso científico. Hace dos siglos, ¿cuántas ciencias había? Matemáticas, física, química y biología. Hoy se cuentan más o menos tres mil ciencias. Muchas de ellas son ciencias mixtas, por ejemplo, la bioquímica, la neurociencia cognitiva, la sociología política, la socioeconomía. Todos los años emerge una ciencia nueva, y hay un millón de artículos científicos por año, el 95% de ellos escrito en inglés, el 50% producido en los Estados Unidos, Inglaterra y Canadá, y el resto en otros países. Argentina creo que cuenta sólo con el 0.1% de la producción científica mundial, y México y Brasil aproximadamente 0.2%. Es sabido por todos en América Latina que los científicos mexicanos son bastante afortunados en comparación con los de otros países, porque aquí desde hace muchos años, desde los cincuenta por lo menos, se fomenta la investigación en mayor medida que en otras partes. Hay más continuidad, apoyo mucho más fuerte y un elevado respeto por la investigación científica y humanística. Con todo, nunca es suficiente. Siempre hace falta más.

¿Existe interacción de las personas que se dedican a la ciencia y quienes reflexionan sobre ella?

Muy poca, prácticamente no se hablan, no se entienden. Los científicos de hoy en día son poco curiosos, ya no hay filósofos tales como Aristóteles o Descartes, que se interesaban en la ciencia y que eran a la vez científicos y filósofos. Los filósofos leen solamente a otros filósofos y ese "híbrido" es muy malsano, hace mucho

daño a la filosofía. El resultado es que los científicos no los escuchan, porque se dan cuenta de que no saben de qué están hablando. Lo peor es que los científicos suelen atender a filósofos ya desaparecidos, cuyas ideas ya no son correctas, y entonces se nutren de filosofías muertas y los filósofos se alimentan de ciencia muerta. Es una situación muy poco saludable para unos y otros.

Hoy es muy popular entre los filósofos decir que la mecánica cuántica tiene una lógica propia. No se han detenido a analizar la teoría y a mostrar que la cuántica utiliza la matemática clásica, que a su vez emplea la lógica clásica y no hace uso de lógica cuántica alguna. Entonces, como no conocen la teoría cuántica, pueden decir cualquier cosa y los otros los siguen. Soy bastante pesimista respecto al futuro inmediato de la filosofía; creo que está estancada, que carece de ideas nuevas y, cuando las hay, los filósofos son reacios a hablar, le tienen miedo a la novedad, se han vuelto escolásticos, es decir, se reducen a sintetizar, comentar y divulgar la opinión de otros filósofos. Tienen miedo al cambio. El gran filósofo y el gran científico no experimentan este miedo.

¿Para qué le sirve a un país como México invertir recursos tanto financieros como humanos en el estudio de la filosofía de la ciencia?

Se espera siempre que el avance de la filosofía enriquezca la cultura y, en el caso de la filosofía de la ciencia y la técnica, que ayude a los científicos y a los técnicos, que los apoye a crear sus propias ideas, sus planes de investigación, etc. Pero para poder ayudarlos tiene que empezar por entender la ciencia. Esa es una cuestión de honestidad intelectual; no se puede hablar de lo que no se sabe, o no se debe hablar, excepto en el café, allí sí se vale.

Por ejemplo, Ramón y Cajal, el gran neurocientífico español, tiene un libro que tituló *Charlas de café*, obra muy seria que trata de la orientación de la ciencia, de la vocación científica, de qué debe hacer un joven que quiera dedicarse a la ciencia, pero claro, lo llamó *Charlas de café* porque no era un *paper*, no era resultado de una investigación, pero sí de una larga experiencia en la investiga-



ESTELA MARTÍNEZ BARRERO

ción y en la enseñanza. Incluso en las charlas de café uno puede fantasear o decir cosas serias e importantes, aun cuando no hayan sido comprobadas todavía.

Usted decía que hay que someter toda teoría a una crítica científica, ¿cómo adquiere valor esa teoría?

**E**l valor se lo dan los científicos y lo adquiere en la medida en que tiene poder explicativo y predictivo, así como también en la medida en que se encuentra enlazada con otras teorías, que no está aislada, que ayuda a comprender la realidad, a preverla y a orientar; en el caso de la técnica, a controlar los procesos.

¿Qué percepción tiene usted de los trabajos de los filósofos mexicanos de la ciencia?

**N**o los conozco. Hace 25 años que dejé México. Estuve en la UNAM y en la Universidad Autónoma Metropolitana, entre 1975 y 1976. Fueron catorce meses muy felices para mí y para mi familia, además de muy productivos. Terminé aquí el tercer tomo de mi tratado y empecé el cuarto, escribí varios artículos, tuve mucha inter-

acción con científicos, ingenieros y filósofos mexicanos. Conocí gente mucho más interesante, llevamos una vida más intensa que en Canadá. Tampoco estoy muy al tanto de la producción internacional de filosofía, la sigo de lejos, porque tengo mi propio programa de investigación, estoy muy ocupado escribiendo artículos y libros. Desde que dejé México se han publicado cerca de 20 libros y últimamente se están traduciendo algunos.

¿Cómo se ve la filosofía de la ciencia en Canadá?

**H**ay menos interés en Canadá que aquí. No sé por qué. Eso es algo que deberían estudiar los filósofos de la sociología, pero todavía hay muy pocos. Ante todo, en América Latina existe mayor interés en la filosofía que el que hay en Canadá. Se enseña filosofía en las escuelas preparatorias y allá no. Es la tradición inglesa, porque en cambio en Francia sí se enseña filosofía en los liceos. En la tradición inglesa se considera que los muchachos de secundaria o bachillerato no están preparados para filosofar, lo cual no es verdad, porque se formulan preguntas filosóficas y no hay quien se las responda.

¿Será que su vida ya está resuelta en muchos aspectos y esas inquietudes se consideran poco útiles?

**P**uede ser, sí, pues como usted dice es la orientación pragmática, dado que ya tienen resueltos los problemas principales de subsistencia, pero es una deformación muy grave. Aquí la cultura es más equilibrada, se respetan más las humanidades. Lo que no existe todavía es producción original. 🌀



*La disposición inadecuada de los residuos sólidos es un serio problema ambiental y de salud pública.*

---

# Gestión de residuos sólidos municipales en México

## *Un estudio de caso*

OTONIEL BUENROSTRO DELGADO

E

### Introducción

EN AÑOS RECIENTES HA COBRADO ESPECIAL INTERÉS ENTRE los diversos sectores de la sociedad mexicana el tema de los residuos sólidos (RS), ya que la contaminación que éstos ocasionan se ha agudizado notablemente. En general, tales residuos obedecen a un ciclo de producción, transformación y consumo de bienes, los cuales se dan en diferentes sitios, como la industria, el comercio, las instituciones y viviendas, y se les denomina fuentes de generación o generadores. Cada una de estas fuentes produce RS, que de acuerdo con las características físicas y químicas se clasifican en contaminantes, infectocontagiosos, potencialmente peligrosos y peligrosos.\*

---

\* La Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) publicó en el *Diario Oficial* de la federación, con fecha 22 de octubre de 1999, la norma oficial mexicana (NOM-CRP-001-ECOL/93) que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que los hacen peligrosos por su toxicidad.

La contaminación que ocasionan los RS es consecuencia de su manejo y disposición inadecuados, ya que éstos frecuentemente se deponen en el ambiente sin valorar el efecto que tienen sobre los ecosistemas y la salud de las personas. Este problema en México persiste y se agrava, porque la generación de RS se asemeja a la de los países desarrollados, pero la gestión\*\* continúa sin tomar en cuenta los criterios para disminuir sus efectos sobre el ambiente, la salud y la conservación de los recursos, lo cual se refleja en la disposición inadecuada de los desechos en vertederos y en una planeación deficiente de los sistemas para recolectarlos. No obstante, existe toda una gama de procesos tecnológicos para el manejo adecuado de los RS; el problema radica en que para seleccionar algún procedimiento o tecnología específica al respecto es necesario contar con datos concretos y confiables sobre la forma como se generan y componen éstos, tales como ¿qué cantidad de residuos se producen por día y por habitante?, ¿qué tipo de RS se genera?, ¿quiénes y cuántos son los generadores que intervienen?

Para dar una respuesta adecuada a estas preguntas es preciso efectuar estudios que nos indiquen la composición de los residuos y las tasas de generación por fuente. Conocer ésta, además de las características y la cantidad de los RS, así como de los generadores que intervienen y de las variables socioeconómicas que los hacen proliferar son requisitos fundamentales para diseñar y planear el manejo de dichos residuos.<sup>2</sup> Ello se realiza mediante los análisis de generación y de composición, que consisten en el muestreo de los residuos que nos interesa analizar. Es importante conocer la cantidad de generadores para calcular las tasas de generación per cápita y el total, pues estos parámetros son básicos para tomar decisiones adecuadas con respecto a la gestión de los RS, como por ejemplo, el número y tipo de camiones que se necesitan, el diseño de las rutas, las dimensiones de un relleno sanitario, entre otros. Un inconveniente de estos análisis es el tiempo que

se requiere para realizarlos y el alto costo que representan. Por ello, muchos municipios no cuentan con el tiempo y los recursos financieros y técnicos para tomar decisiones adecuadas sobre la gestión de los RS, ya que la demanda social respecto a este problema es apremiante.

Sobre esto último, el manejo de los residuos no debe enfocarse sólo a mejorar los sistemas de recolección y disposición. Debe preponderar la conservación de los recursos, mediante otras estrategias, como la de minimizar la generación y el reciclaje de subproductos. En este contexto es importante ahondar en el análisis de las variables que inciden para que los RS se produzcan.

La cantidad y el tipo de los RS que se producen se encuentran determinados por variables socioeconómicas, cuya influencia se ha analizado para entender, modelar y predecir la generación total y las características de dichos residuos. Las variables más estudiadas han sido la densidad poblacional, el ingreso per cápita, el porcentaje de pobladores urbanos, el clima, la edad, el sexo, el grupo étnico, el tamaño de la vivienda, las características geográficas, el uso del suelo, el tipo de aparato productivo y las vías disponibles de comunicación.<sup>3, 4, 5</sup>

En los países en vías de desarrollo se han extrapolado modelos y variables que han resultado significativos para los países desarrollados. Por lo general, estos modelos no contemplan el diferente comportamiento de las variables explicativas, ni la escasez de datos sobre la composición de los residuos, así como tampoco la existencia de prácticas informales en su manejo, tales como la separación de materiales en condiciones insalubres e inadecuadas al momento de recolectarlos en la fuente de generación o en el vertedero, por grupos de población de estratos marginados, lo cual pone en riesgo la salud y el bienestar de éstos. La organización y planeación de los sistemas de aseo público de los países en vías de desarrollo es rudimentaria, y ello se refleja en el desconocimiento de la cantidad y el tipo de RS que se recolectan, los montos de recuperación y reciclaje, la selección inadecuada de sitios para disposición final, así como también en programas ineficientes de reutilización y reciclaje de subproductos.

A pesar del problema ambiental y social que ocasio-

\*\* Es la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr metas y objetivos específicos de manejo y disposición idóneos de residuos sólidos.<sup>1</sup>

**Cuadro 1**  
Clasificación de generadores de RSM propuesta

División generador	Subdivisión generador	Código	Clase generador (fuente/origen)	Tipo de residuo	Característica del residuo
Industrial		A	Industria	Industriales	No peligrosos Potencialmente peligrosos
Urbana	No residencial	B	Comercio	Comerciales	No peligrosos
		C	Especiales	Contaminantes Hospitalarios	Potencialmente peligrosos Peligrosos/biológicos/ infecciosos
		D	Instituciones/servicios	Institucionales	No peligrosos
Rural		E	Construcción/demolición	De construcción	No peligrosos
		F	Agropecuario	Agropecuarios	No peligrosos
Urbana	Residencial	G	Vivienda	Domésticos	Potencialmente peligrosos No peligrosos Potencialmente peligrosos

na la creciente generación de RS en los países en vías de desarrollo, son escasas las investigaciones que se realizan a este respecto. Tampoco el crecimiento poblacional y el de la actividad industrial, ni la modificación de los hábitos alimenticios y del proceso de urbanización han incidido en las autoridades para que promuevan estudios tendientes a comprender los patrones de generación de RS en estos países.

A fin de contribuir a satisfacer esta necesidad, se emprendió una investigación, tomando para estudio de caso la ciudad de Morelia, Michoacán. Como primer paso se propuso la estandarización de conceptos para los diversos tipos de RS, así como la clasificación de generadores, basándose en la actividad económica. Posteriormente se realizó un análisis de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) y de parámetros socioeconómicos, y por último se predijo dicha generación, utilizando la regresión lineal. En seguida se describen los resultados de este trabajo.

#### Clasificación de generadores de residuos sólidos municipales (RSM)

Se estandarizaron los conceptos sobre las clasificaciones de RS existentes y se propuso catalogar las fuentes de generación basándose en la actividad económica, porque el manejo indistinto de términos en un mismo estudio, como residuo sólido municipal (RSM), residuo sólido urbano (RSU), residuo sólido domiciliario (RSD) y residuo sólido residencial o doméstico (RSR) propicia confusión al planear y diseñar los análisis sobre ge-

neración. Esto se refleja en inconsistencias cuando se interpretan los resultados, y asimismo se confunde el tipo de fuente que se ha analizado, ya que no es claro si ciertos RS se consideran municipales por la fuente de generación, o porque el municipio se encarga de recolectarlos. Por ello, es importante tener en cuenta los siguientes supuestos para incluir todos los generadores y tipos de RS en la clasificación:

1. El RS generado dentro de la circunscripción territorial del municipio, independientemente de sus características y fuente de generación, se clasifica como residuo sólido municipal.
2. Toda actividad económica y de consumo da lugar a la generación de determinado patrón de residuo sólido.
3. Cada actividad económica o de consumo, al dar lugar a la generación de un RS, se constituye en generador.

La clasificación de fuentes de generación de RSM se basa en su origen, actividad económica y características para establecer tres divisiones, las cuales constituyen entidades discretas de las que se derivan siete clases de generadores, relacionadas jerárquicamente (véase cuadro 1).

La asignación de códigos a cada una de las clases de generadores se realizó de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), elaborada por la Organización de las Naciones Unidas,<sup>6</sup> y en general este ordenamiento se toma como base para clasificaciones específicas de las actividades económicas de cada país. En México, basándose en este clasificador, se elaboró la Cla-





*Los residuos sólidos en México se asemejan cada vez más a los de países desarrollados, pero la gestión de éstos continúa bajo criterios de desorganización y falta de planeación en el manejo, común en los países en vías de desarrollo.*

sificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), la cual a su vez sirve para realizar el censo económico, que contiene información sobre el total de establecimientos industriales, comerciales y de servicios que existen en el país.

#### Uso de la clasificación de generadores de RSM

Se utilizó el censo económico y el de población y vivienda para conformar una base de datos sobre el número de habitantes y viviendas por municipio, con objeto de cuantificar los generadores de la subdivisión residencial, y sobre el número de establecimientos y de trabajadores por actividad económica, para cuantificar los generadores de cada una de las clases comercial, instituciones/servicios, especial e industrial.<sup>7, 8</sup> Una vez conformada esta base de datos se aplicó el enfoque y la clasificación, y mediante un programa *ad-hoc*, que reagrupó los distintos valores de las variables seleccionadas de acuerdo con los criterios descritos anteriormente, se obtuvo el total de los generadores de RS en Morelia y en todo el estado de Michoacán.

La clasificación de generadores se utilizó también para planear y realizar el análisis de generación de los RS en Morelia. El estudio dividió las fuentes generadoras en residenciales y no residenciales, y para los primeros se aplicó un muestreo que seleccionó los sitios de acuerdo con una estratificación socioeconómica que divide la pobla-

ción en tres niveles de ingreso: 1) bajo: menos de un salario mínimo mensual (smm); 2) medio: de 1 a 2 smm, y 3) alto: con más de 2 y hasta 5 smm.<sup>7</sup> Para los generadores no residenciales el muestreo incluyó la selección aleatoria de tres áreas principales de la ciudad donde se agrupan estos generadores, y en ambos casos el número de muestras se determinó según el procedimiento de Stein.<sup>9</sup>

En forma simultánea al muestreo, en el que se distribuyeron bolsas de plástico a cada uno de los generadores seleccionados para que depositaran los RS producidos durante un día, se aplicó una encuesta para obtener datos precisos de ingreso económico, densidad, edad y escolaridad de los jefes de familia en los generadores residenciales. Asimismo, se cuantificó el número de empleados, el tamaño del local y el número de horas y días laborados en generadores no residenciales, con objeto de utilizar estas variables para el desarrollo de modelos para predecir la generación de residuos sólidos.

Una vez que se recolectaron las bolsas que se habían entregado, éstas se trasladaron hasta determinado sitio, donde se separaron y pesaron cada uno de los subproductos encontrados. Estos procesos se denominan de caracterización y cuantificación de subproductos, respectivamente, y se utilizó un formato similar al empleado por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) para registrar cada uno de los pesos de los subproductos. Posteriormente se calcularon las tasas de generación, cuyos resultados en Morelia determinaron un monto per cápita de los generadores residenciales

Cuadro 2  
Generación total de RSU y cantidad de generadores a escalas estatal y municipal

Generador	Michoacán (total de generadores)	Generación (ton día <sup>-1</sup> )	Morelia (total de generadores)	Generación (ton día <sup>-1</sup> )
Industrial	14 881	23.8	2 437	3.8
Comercial	54 007	32.4	10 346	6.2
Mercados	7 062	51.2	1 178	17.4
Comercio temporal	11 558	83.8	1 928	11.3
Especial	20 379	14.3	5 121	3.6
Institucional/servicios	2 798	2.2	1 421	1.2
Residencial	781 632	1 954	123 307	321
<b>Total</b>	<b>892 317</b>	<b>2 161.7</b>	<b>145 738</b>	<b>364.5</b>

de 0.63 kg día<sup>-1</sup>. Este resultado está por debajo del 0.7 kg día<sup>-1</sup> informado durante los años ochenta y de 1 kg día<sup>-1</sup> a principio de los noventa.<sup>10</sup> Estas diferencias pueden ser atribuidas a que los índices de producción per cápita reportados con anterioridad se calcularon sobre una generalización de resultados de estudios regionales para grandes áreas del país, lo cual resalta la importancia de profundizar en este tipo de estudios a menor escala, y también, el hecho de que el consumo de la población mexicana haya descendido de los niveles alcanzados en la década de los ochenta, a raíz de la crisis económica de 1995.

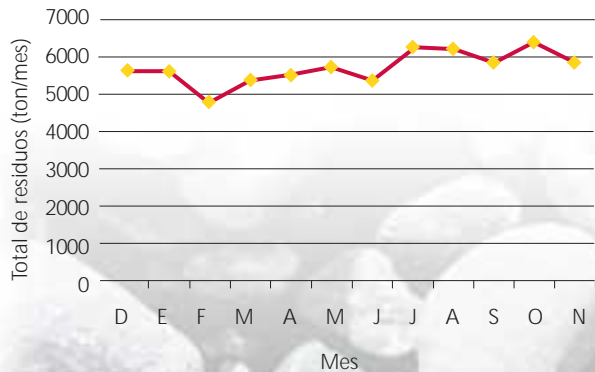
Por otro lado, la subdivisión no residencial aglutina 19 325 fuentes, con una generación per cápita de 0.925 kg día<sup>-1</sup>, y el estudio incluyó el análisis de los residuos producidos en mercados, tanto del comercio establecido como temporal (tianguis). Este último sector económico tiene gran relevancia en la mayoría de los países en desarrollo por el número de personas involucradas y por la proporción de la actividad económica que desempeñan con respecto al total de ésta; además, el censo económico no los contabiliza, ya que carecen de locales o se establecen ciertos días para comercializar sus productos. Se detectaron 368 generadores en seis mercados analizados y alrededor de 1 560 que se ubican diariamente en los tianguis instalados en diferentes puntos de la ciudad. La generación por local es de 7.25 kg día<sup>-1</sup>, y alrededor del 83% corresponde al comercio de productos alimenticios, con una composición de residuos orgánicos cercana al 92%. De esta manera, los mercados y tianguis contribuyen a la

generación de RSU con 17.4 y con 11.3 ton al día<sup>-1</sup>, respectivamente, que sumados a la cantidad de RS producidos por la clase residencial y por las otras arriba señaladas, dan una cantidad total de 364.5 ton al día<sup>-1</sup> de RSU en Morelia (véase cuadro 2).

El cuadro 2 muestra que el uso de la clasificación de generadores permite obtener un diagnóstico previo a diferentes escalas de las fuentes que intervienen para generar los RSU, con el fin de cuantificar la producción y conocer las características predominantes de éstos. Se aprecia también la aportación mayoritaria de las fuentes residenciales al total de RSU generados en este tipo de asentamientos, en tanto que la minoritaria, correspondiente a las fuentes no residenciales, se debe a que, en general, predominan las micro y pequeñas empresas dentro del área urbana de Morelia. Además, este tipo de fuentes no mezcla los residuos generados dentro del servicio de recolección, sino que contratan otro servicio o trasladan los residuos ellos mismos al vertedero. Por lo común, estos residuos son muy apreciados entre los grupos marginados, principalmente por la cantidad de metales y papel, mientras que los residuos de frutas y vegetales se utilizan habitualmente para el consumo de animales domésticos y con frecuencia para consumo humano.<sup>11</sup>

El sector industrial dentro de la zona urbana también está constituido por las micro y pequeñas industrias, representadas por talleres, la mayor parte de las cuales mezclan sus residuos en la corriente de RSU, ya que utilizan el servicio de recolección municipal. La mediana y gran

Figura 1. Recolección mensual de RS en Morelia 1996-1997



*Es importante incluir el aspecto social en la gestión de los residuos sólidos. Es necesario tomar en cuenta las necesidades de miles de personas que viven de los residuos, para asegurar el éxito en los programas de gestión.*

industria se concentra en parques industriales que, por lo general, se localizan en zonas habitacionales marginales, y también transportan los residuos por ellos mismos, pero los depositan en el mismo vertedero destinado para los residuos sólidos urbanos.

En una fase posterior de la investigación se realizó un muestreo de los registros de los ingresos al vertedero durante un año, para determinar si existe diferencia entre la cantidad de RSU que genera la población respecto a los que recolecta el servicio de limpia. Los resultados que se obtuvieron de este análisis también sirvieron para establecer si existen diferencias en la cantidad de RSU generados a lo

largo del año, y a esto se le conoce como estacionalidad en la generación, que es muy importante precisar, ya que desempeña un papel primordial al planear los sistemas de recolección. La figura 1 muestra las fluctuaciones estacionales de la generación de RSU en Morelia a lo largo del año; se observa un descenso en el mes de febrero, lo cual se explica por el menor contenido de humedad, debido a la época seca y al menor consumo de la población después de la temporada de Navidad. Durante el verano se manifiesta una tendencia creciente en la generación de RS, seguramente por las lluvias, que aumentan la humedad de los desechos.



*La minimización de los residuos sólidos y la separación en la fuente de generación, son estrategias básicas que se deben fomentar en los programas de manejo y gestión de dichos residuos.*

En los resultados obtenidos por los dos métodos de análisis (311 ton día<sup>-1</sup> que ingresan al vertedero y 364.5 ton día<sup>-1</sup> de residuos generados) se deduce una diferencia del 14.7% entre ambos métodos. Esta diferencia puede tener su explicación en que el total de residuos generados no es recolectado por el servicio de limpieza, con lo que éstos quedan abandonados en tiraderos clandestinos, ubicados en lotes baldíos, calles y periferia de la ciudad.

#### Predicción sobre la generación de RSU

**E**n este trabajo se desarrollaron los modelos, utilizando datos de las variables socioeconómicas que se midieron durante el análisis de generación, y como herramienta estadística la regresión lineal, porque otros modelos, descritos anteriormente, han demostrado ser eficaces para predecir la generación de residuos sólidos en países desarrollados. Sin embargo, la aplicabilidad de éstos en países en vías de desarrollo es complicada, básicamente por la complejidad teórica de los modelos y la demanda de datos socioeconómicos y de producción de residuos que se requiere para llevar a cabo este proceso.

Para el desarrollo de los modelos de regresión lineal, los datos socioeconómicos se consideraron como variables independientes o explicativas, y los relacionados con la generación de RS como variables dependientes. Los siguientes criterios fueron tomados en cuenta para determinar el modelo más apropiado al predecir la generación de residuos sólidos:

1. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Si éste alcanza el valor ideal de 1, indica buena predictibilidad del modelo.
2. Cuadrado medio del error o cuadrado medio de la desviación de la regresión (CMDR). Entre más bajo sea este valor, mejor será la predictibilidad del modelo.
3. Nivel de significatividad del modelo ( $Pr > F$ ). Para que el modelo se considere significativo, el valor de F deberá ser menor a un alfa de 0.05.

Los análisis estadísticos requeridos en este estudio se efectuaron con el programa SAS (Statistical Analysis System),<sup>12</sup> y se aplicó el análisis de correlación de Pearson ( $\rho$ ) a las variables socioeconómicas seleccionadas para corroborar la independencia entre ellas. Posteriormente, se utilizó la regresión lineal para determinar el modelo óptimo, de acuerdo con las características antes mencionadas. Para los residuos residenciales, el modelo idóneo fue el que incluyó las variables de ingreso y densidad, lo cual dio un valor pronosticado de 2.46 kg día<sup>-1</sup> por vivienda, que se acerca al valor observado de 2.49 kg día<sup>-1</sup>.

El modelo óptimo para predecir la generación de los residuos no residenciales fue el que incluyó las variables de horas laboradas por día y días laborados a la semana. Sin embargo, en este caso, el valor pronosticado de 1.84 kg día<sup>-1</sup> es el doble de lo observado (0.925 kg día<sup>-1</sup>); no obstante, el modelo resultó altamente significativo para predecir la generación de estos residuos. Para mejorar la predicción de los modelos es necesario robustecer los muestreos, ampliando éstos a mayor número de gene-



*Los análisis de generación son indispensables en la selección adecuada de un determinado proceso o tecnología para la gestión de los residuos sólidos.*

radores, pero es importante incluir el análisis de otras variables socioeconómicas, como puede ser el monto de ventas. Esta variable es determinante para evaluar la dimensión real de la actividad económica, pues el tamaño del local y el número de empleados pueden hacer que se subestime el grado de actividad económica del generador. Sin embargo, este dato es muy difícil de conseguir.

No obstante, los modelos obtenidos en esta investigación son el precedente para profundizar en el análisis de otros factores que inciden en la generación de RSU, tales como la temperatura. Se ha informado sobre una marcada estacionalidad en la generación de RS en estos asentamientos, lo cual se explica por el tipo de alimentos que predominan en determinada época y por altibajos en el consumo derivado de fluctuaciones estacionales y económicas, como pueden ser la temporada de Navidad.<sup>13</sup> Además, la base de datos del muestreo en que se basa este estudio es un primer intento para conocer la composición actual de los RS, así como las variables que pueden incidir en la producción de éstos en áreas urbanas similares a las descritas en este estudio.

## Conclusiones

**L**a creciente generación de RS en los países en vías de desarrollo hace necesario que éstos adopten medidas oportunas para contrarrestar el impacto ambiental y el daño a la salud pública que ocasiona su manejo y disposición inadecuados.

El estudio de la generación de RS en Morelia permitió determinar coeficientes per cápita diaria para cada una de las fuentes involucradas, y los coeficientes de generación obtenidos de este estudio se utilizaron para cuan-

tificar la producción de RSU en Michoacán, sobre la base de que la distribución de generadores sigue un patrón similar en las dos regiones; sin embargo, es necesario calibrar estos datos, mediante estudios de composición de RS *in situ*. No obstante, los resultados de la investigación son útiles para regiones con escasez de datos sobre generación de RS; asimismo, la clasificación de generadores es extrapolable para efectuar estudios sobre su composición en regiones diferentes.

Los modelos para predecir la generación de RS son herramientas de análisis, útiles en la planeación de programas de manejo y gestión. En el ámbito internacional existen modelos que han demostrado ser eficaces en países desarrollados; sin embargo, la aplicabilidad de éstos en los que se hallan en vías de desarrollo es complicada, básicamente por el diferente comportamiento de las variables explicativas, la complejidad teórica de los modelos y la escasez de datos socioeconómicos de producción y composición de los RS que se requieren para efectuarlos. No obstante, el uso de coeficientes de generación y la regresión lineal son instrumentos estadísticos eficaces para explicar y predecir la existencia de los RS, a partir de datos obtenidos mediante diseños de muestreo relativamente sencillos y de bajo costo.

El presente estudio emplea estas herramientas para medir la eficiencia al explicar la predictibilidad de la generación de residuos sólidos urbanos en un estudio de caso en México, pero este enfoque puede ser extrapolado además a otros casos similares en ciudades de países en vías de desarrollo. Si bien los modelos obtenidos representan tan sólo una primera aproximación para explicar el fenómeno, sí ofrecen una alternativa analítica viable.

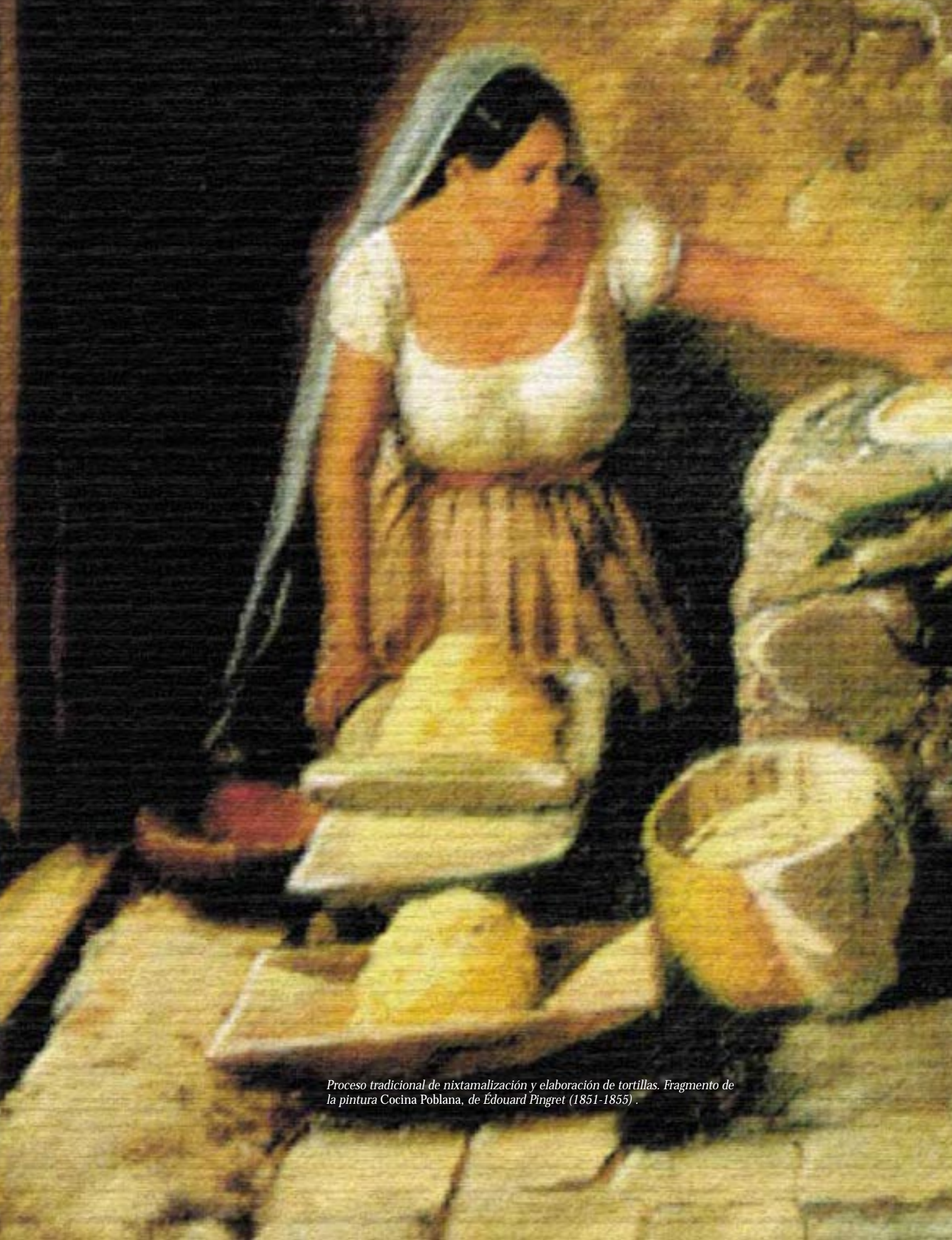


La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos se realiza de forma manual. El conocer la composición y cantidad de un determinado subproducto permite establecer estrategias para su reciclamiento.



## Bibliografía

- 1 Tchobanoglous, G.; H. Theisen, y S. Vigil. *Gestión integral de residuos sólidos*, México, 1997, McGraw-Hill, 1107 p.
- 2 Heinen, J.T. "A Review of, and Research Suggestions for Solid-waste Management Issues: The Predicted Role of Incentives in Promoting Conservation Behavior", *Environmental Conservation*, 22(2), 1995, pp. 157-166.
- 3 Ali Khan, M.Z., y F.A. Burney. "Forecasting Solid-waste Composition. An Important Consideration in Resource Recovery and Recycling", *Resour. Conserv.*, 3, 1989, pp. 1-17.
- 4 McBean, E.A., y M.H. Fortin. "A Forecast Model of Refuse Tonnage with Recapture and Uncertainty Bounds", *Waste Manage. Res.*, 11, 1993, pp. 373-385.
- 5 Hockett, D.; D.J. Lober, y K. Pilgrim. "Determinants of Per Capita Municipal Solid-waste Generation in the Southeastern United States", *J. Environm. Manag.*, 45, 1995, pp. 205-217.
- 6 United Nations. *Indexes to the International Standard Industrial Classification of all Economic Activities*, United Nations Statistical Papers, Series M, No. 4, Rev. 2, Add. 1, New York, 1971, United Nations Publication.
- 7 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resultados definitivos, tabulados básicos*, México, 1991, p. 2384.
- 8 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). "Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC, véase 3.1)", *Censos Económicos 1994*, México, 1996.
- 9 Mendenhall, W.; L.R. Scheaffer, y D.D. Wackerly. *Mathematical Statistics with Applications*, USA, 1986, PWS Publishers, 751 p.
- 10 Secretaría de Desarrollo Social/Instituto Nacional de Ecología (Sedesol/INE). *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente*, 1994.
- 11 Buenrostro, D.O; P.G. Bernache; S. Cram, y G. Bocco. "Análisis de la generación de los residuos sólidos en los mercados de Morelia", *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 15 (1), 1999a.
- 12 SAS Institute Inc. SAS/GRAPH, Software: Usage, Version 6, First Edition; SAS Institute Inc.: Cary, NC, 1991.
- 13 Buenrostro, D.O., G. Bocco, y P.G. Bernache. "Urban Solid-waste Generation in Developing Countries", 1999, manuscrito enviado a Waste Management & Research.



*Proceso tradicional de nixtamalización y elaboración de tortillas. Fragmento de la pintura Cocina Poblana, de Édouard Pingret (1851-1855).*

# La tecnología de la tortilla

*Pasado, presente y futuro*

JUAN DE DIOS FIGUEROA CARDENAS Y JESUS GONZALEZ HERNANDEZ

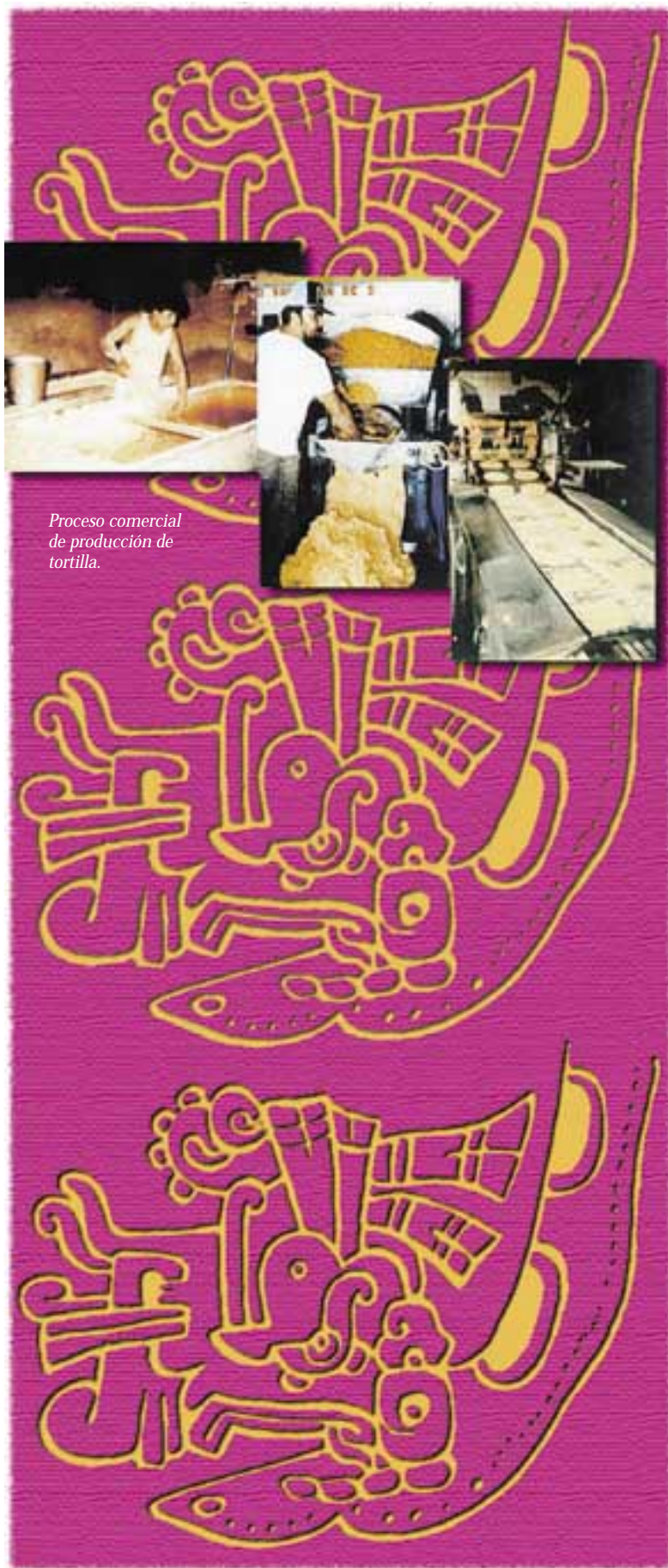
# T

## PASADO

La cultura del maíz en el pasado

RES IMPORTANTES CEREALES, CADA UNO DE ELLOS ASOCIADO estrechamente con el origen de grandes civilizaciones, aparecieron entre los pasados 8 mil a 10 mil años, no como un suceso espontáneo ocurrido en todo el mundo, sino más bien de manera aislada. El maíz fue domesticado en América, el trigo y otros cereales en Europa, y el arroz en Asia.<sup>1</sup> Estos granos constituyeron los detonantes de desarrollos tecnológicos como el almacenamiento, procesado y conservación de los alimentos, al igual que la alfarería. El maíz fue un factor importante en el desarrollo de las civilizaciones de Mesoamérica (Katz *et al.*, 1994), y en Sudamérica, determinó el florecimiento de la cultura andina. El maíz para consumo humano ha sido procesado en México, desde tiempos remotos, siguiendo la técnica precolombina llamada nixtamalización (del náhuatl *nixtli* cal de cenizas y *tamalli* masa de maíz cocida, de ahí que la palabra signifique cocimiento del maíz con cal). Después de 4 mil años a partir de la aparición del maíz se desarrollaron utensilios como el metate, la olla de barro y el comal, que resultaron indispensables para el avance de esta tecnología; por tanto, se cree que el proceso clásico de la nixtamalización para elaborar la tortilla se inventó hace 3500 años. Este procedimiento incrementó el valor nutricional del maíz y de sus productos, que todavía se siguen consumiendo, pues la tortilla se emplea para la elaboración de innumerables alimentos tradicionales, como son botanas, totopos, tacos, tostadas, enchiladas y nachos, entre muchos otros de la dieta mexicana y de Centroamérica.





Proceso comercial de producción de tortilla.

## Desarrollo tecnológico de la industria de la tortilla

La historia de la tortilla se remonta al origen de nuestras raíces indígenas y las etapas básicas para su preparación han permanecido inalteradas desde esas épocas. Hoy en día, el proceso tradicional para la producción de tortillas y harinas instantáneas de maíz requiere de mucho tiempo de procesamiento y genera desechos contaminantes de nejayote o líquido de cocimiento, además de un gasto energético ineficiente debido a la pobre transferencia de calor, lo cual hace dicho proceso inadecuado para nuestros tiempos. A fin de corregir esas limitantes tecnológicas se han hecho pequeñas adaptaciones; por ejemplo, hace 100 años se inventó la tortilladora de aplastón, que sustituyó el tradicional torteado manual, y esta máquina todavía se utiliza cuando se exige la tortilla hecha en casa. En esa misma época, a iniciativa del gobierno federal, se intentó sustituir el metate por un equipo más eficiente para la molienda, y entonces se inventó el molino de nixtamal que utiliza piedras volcánicas.

Hace ya 75 años, tras un periodo de 25 años de continua evolución, apareció la máquina tortilladora automática, que sustituyó el tradicional torteado manual y el comal. Sin embargo, la industria de la tortilla, propiamente dicha, nació en 1910, con las investigaciones tecnológicas para el desarrollo de la máquina tortilladora con cabeza de rodillos laminados y cortadores de alambre, y después de varios decenios de investigaciones tecnológicas, en 1915 aparecieron las máquinas tortilladoras de cocimiento automático. En 1947 surge la primera máquina Celorio, que reproducía mecánicamente el cocimiento tradicional de la tortilla, pero el gran logro tecnológico en este campo ha sido la fabricación de harina nixtamalizada instantánea que comenzó a utilizarse hace apenas 50 años. En México, las harinas instantáneas han adquirido popularidad entre la población urbana, debido a que eliminan las labores cotidianas, intensivas y tediosas del proceso tradicional y se pueden almacenar durante un cierto periodo de tiempo; sin embargo el incremento de los cos-

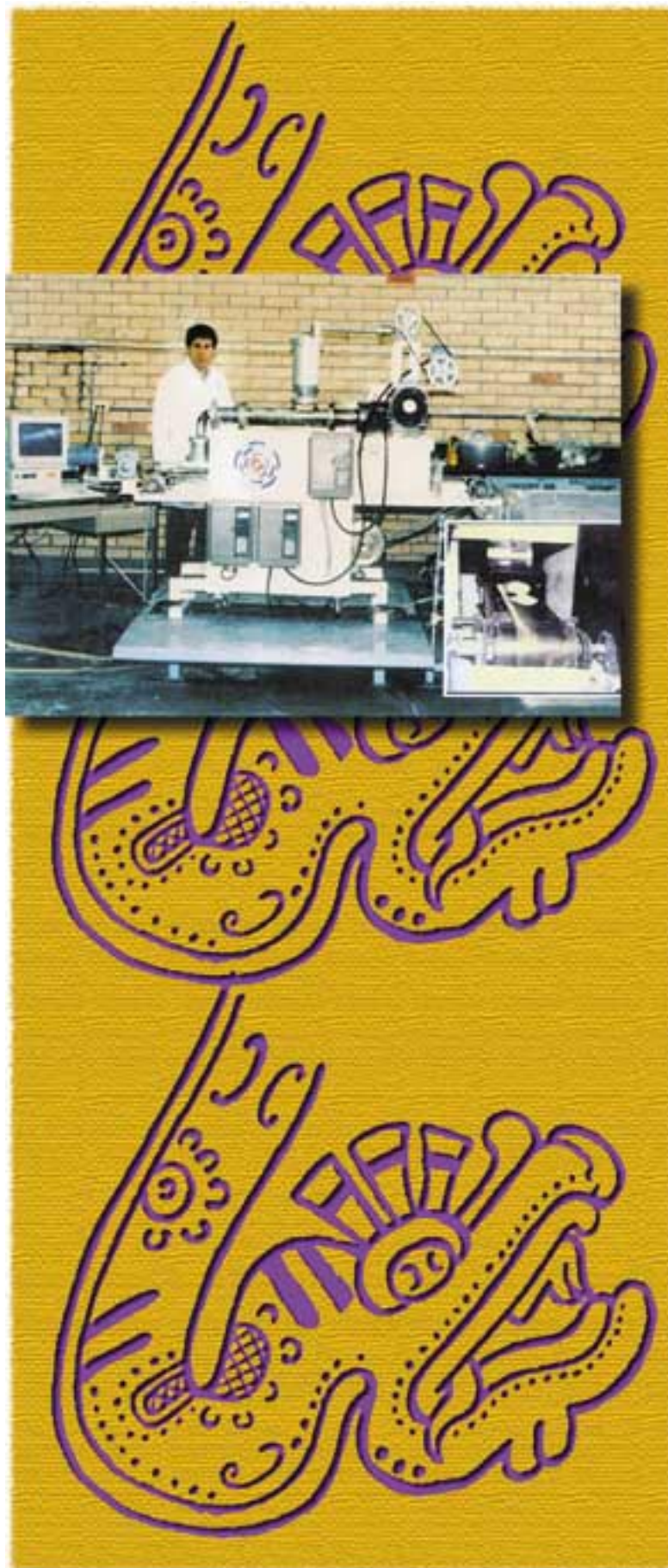
tos, la carencia de olor y de textura apropiada son las principales desventajas de los productos preparados con masas deshidratadas. Las tortillas hechas con harina instantánea son frágiles, pálidas y se deshidratan rápidamente, quebrándose en la parte central (Figuroa *et al.*, 1994), pero de no haberse desarrollado esta tecnología, la producción manual por parte de la mujer para prepararlas tendría que ser enorme. Por otro lado, en una época moderna con nuevos adelantos como las computadoras, los rayos láser, la energía de microondas e infrarroja, los teléfonos celulares, la televisión, etc., ninguna de esas nuevas tecnologías se ha incorporado al equipo comercial para modernizar las 23 mil tortillerías y los 25 mil molinos de nixtamal del país. Las máquinas no han sufrido modificaciones sustanciales desde que fueron inventadas; el proceso tradicional de nixtamalización tampoco se ha modificado, a pesar de que para nuestros tiempos tiene muchas desventajas, tales como la generación de aguas residuales con características muy contaminantes, además de que el proceso consume mucha energía en sus diferentes operaciones y requiere de tiempos relativamente largos para obtener productos con textura y sabor apropiados (Figuroa *et al.*, 1997). Sin embargo, a pesar de que la tortilla es el alimento que ha permitido el desarrollo de nuestra cultura y la sobrevivencia de nuestra gente por casi cuatro milenios, es incomprensible por qué el proceso de nixtamalización ha permanecido estático durante tantos años. Los pocos desarrollos que se han incorporado al proceso se hicieron hace 50 ó 100 años (Figuroa *et al.*, 1997), pero ninguna de las nuevas tecnologías de la vida moderna ha pasado a formar parte del proceso o de los equipos. Las máquinas tortilladoras y los molinos de nixtamal parecen especímenes de museo al compararlos con los equipos automatizados que utiliza la industria alimentaria en general, y en tanto, para la industria de la masa y la tortilla no ha pasado el tiempo; allí, no se han incorporado computadoras, microondas, celulares, radio, *chips* para medir el calor. Haciendo una comparación con el automóvil, que sin embargo se inventó muy recientemente (hace 100 años), si éste no se hubiera modernizado con los adelantos actuales de la

tecnología, todavía tendríamos los mismos modelos de 1910 y, como nos podemos imaginar, existirían múltiples limitantes en comparación con los automóviles actuales. Por otra parte, es de sorprenderse que, siendo la tortilla el principal componente de la dieta en México, no se tenga centro de investigación alguno dedicado específicamente al estudio de la problemática de la tortilla y de su mejor aprovechamiento.

## PRESENTE

### La cultura del taco

**H**ace algunos años, las publicaciones técnicas sobre la tortilla eran muy raras y escasas, y los libros de cereales enfocados al uso del maíz se empleaban en las áreas de alimentos animales, producción industrial de aceites, almidones y jarabes derivados, y con muy pocas excepciones y de una manera muy simple, sólo como una curiosidad, se incluían estudios relacionados con la tortilla (Barba, 1994). Actualmente, con el incremento de popularidad de los productos mexicanos a base de maíz, tales como las propias tortillas, los tacos, las tostadas y las enchiladas, los nachos, tamales y totopos, entre muchos otros, existe un interés muy especial en las investigaciones de métodos de cocimiento alcalino y procesado de masa para la elaboración de esos productos. También el proceso de nixtamalización se ha ganado su propia nomenclatura en el ambiente internacional, y nombres tales como nixtamal, masa, tortilla, tamales, etc. son ampliamente aceptados e insustituibles por vocablos extranjeros, aunque, si comparamos esto con los trabajos sobre trigo y arroz, se nota una limitada participación de las investigaciones al respecto en revistas y foros internacionales. Entre los productos de exportación que son orgullo de nuestro país y tienen reconocimiento mundial se encuentra la cerveza, que tiene tecnología egipcia; el tequila, que es un híbrido de varias culturas, y la tortilla o cultura del taco. La comida mexicana y en especial el taco, que es el *fast food* mexicano, están aumentando su popularidad en el mundo, pues por su diseño ingenieril la tortilla se puede utilizar como cuchara o recipiente para consumir-



*Prototipo de máquina tortilladora automática, en la que se combinan las patentes para la producción de masa y tortillas, y cocedor de infrarrojo (patentes US 5,532,013, 5,558,886, 5,567,459 y 5,589,210).*

se con diferentes alimentos; de hecho, es un producto con tan buen diseño que ha sido llevado al espacio por la NASA, dadas sus propiedades de resistencia, ya que no se rompe ni forma polvo que pueda dañar el equipo, además de su facilidad de transportación.

La tortilla, como una forma primitiva de industrialización del maíz, es un producto alimentario que tiene la versatilidad de acompañar a los demás alimentos, y aun seca es comestible, no se descompone y es también fácil de hidratar. Esta versatilidad en su alta ingeniería ha permitido a la comida mexicana, y en especial a la cultura del taco, ganar por derecho propio la preferencia del mercado mundial sin ninguna propaganda. Otra bondad de la tortilla, que se arraiga en el gusto al nixtamal, es el sabor tan especial e inconfundible de los aminoácidos de la proteína combinados con la cal, y esta única preferencia se debe a las reacciones del nixtamal durante el cocimiento alcalino entre cal, agua y proteína, que rompe el aminoácido triptófano del maíz, produciendo el típico olor, el sabor y el gusto a nixtamal. Asimismo, una reacción importante se debe al aroma a maíz inflado, desarrollado por lípidos y proteínas del maíz durante el freído, aroma que induce el calor del N-furfural pirrol, que se detecta sólo en el maíz y no en cereales como el arroz, el sorgo u otros granos. De hecho se ha reportado la falta de aroma en botanas que no se elaboran con nuestro grano y carecen del sabor típico a maíz. En el mercado de los productos de maíz tipo botana, la reacción de los lípidos y la cal a altas temperaturas proporciona el sabor y el olor a las palomitas de maíz. Este sabor y el olor en las botanas han hecho que las de papa, otro producto del continente americano, estén siendo alcanzadas en preferencia por productos de maíz, cuyo mercado sigue creciendo. Se podría pensar que las botanas, tal como las conocemos en la actualidad, son productos de reciente aparición en el ámbito alimentario, pero no es así. Existen evidencias de que

productos como las palomitas o las tortillas (como base de botana) datan ya de cientos de años, pues algunos estudios indican que el maíz palomero fue una de las primeras subespecies del grano que evolucionaron.

A pesar de todas las bondades respecto a la calidad que se han mencionado, el proceso tradicional de nixtamalización con sus 3 500 años de edad, desde el punto de vista ecológico está en sus primeras etapas evolutivas y presenta múltiples limitantes tecnológicas en este aspecto. El gran problema de la industria para la preparación de harinas instantáneas y masa de nixtamal es su gran volumen de nejayote o agua de desecho, muy contaminante y con alto nivel de sólidos solubles, y como resultado de tal proceso ocurren pérdidas importantes de tiamina, niacina, riboflavina, grasa y fibra. La mayoría de estos nutrientes y otros componentes perdidos durante la nixtamalización se encuentran principalmente en las porciones más externas del grano, como son el pericarpio y las capas aleurónicas. El líquido de cocimiento o nejayote contiene partículas sólidas de fragmentos de pericarpio (fibra), almidón, proteína y germen soluble, factores todos ellos de importancia nutricional y comercial para la industria respectiva (Figuroa *et al.*, 1994). El problema de la tortilla ha venido incrementándose en México hasta alcanzar niveles difíciles de manejar, ya que consumimos 11 millones de toneladas por año, y por cada tonelada de maíz se consumen entre tres mil y 10 mil litros de agua para lavar y enjuagar el nixtamal. El nejayote (otra palabra de origen náhuatl que significa caldo de cal), como ya se mencionó, es el agua de desecho del nixtamal y contiene alta concentración de sólidos solubles y cal. Si estamos consumiendo 800 millones de tortillas por día significa que hay ríos de agua contaminada con nejayote, que afectan fuertemente la ecología del país (Figuroa *et al.*, 1997) y, por otra parte, el cocimiento indirecto del nixtamal y la tortilla con gas LP es muy ineficiente, ya que se desperdician dos tercios del consumo energético que se disipa como contaminante en el ambiente. En este contexto, el gobierno federal convocó a la industria en 1991 para hacer más eficiente el proceso, y en respuesta a esa acción, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) estable-

ció en 1992 el Proyecto de Modernización Tecnológica de la Producción de Masa y Tortilla de Maíz, con el fin de solucionar la problemática mencionada.

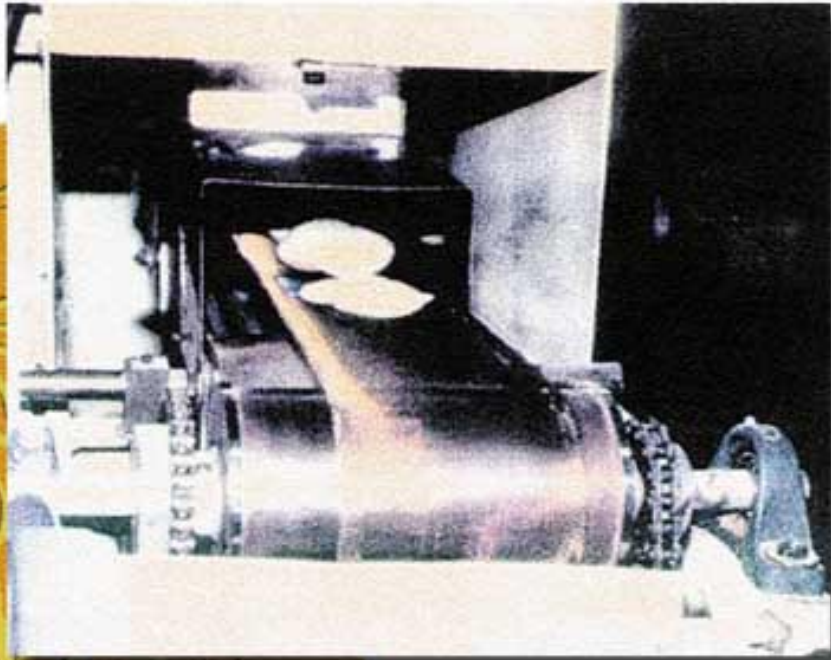
## FUTURO

Nuevos adelantos tecnológicos del proceso de nixtamalización

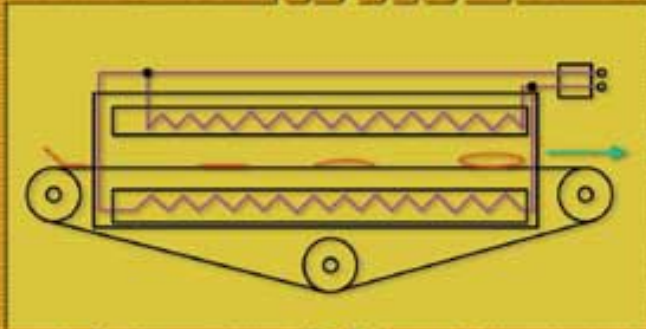
**E**l Cinvestav ha desarrollado nuevas tecnologías ecológicas de nixtamalización. Con los recientes procesos se trata de añadir valor al maíz, justamente en el momento en que se va a manufacturar la tortilla, y en este caso la idea no es fabricar masa o harina, sino pasar de la manera más sencilla del maíz a la tortilla. Esa nueva tecnología es capaz de incrementar el rendimiento en 15%, disminuir en 90% el consumo de agua sin producir efluentes contaminantes y optimizar en más del 50% el gasto de energía. Los tiempos de producción disminuyen de manera asombrosa, debido a que el proceso acostumbrado para realizar la nixtamalización requiere entre 4 y 18 horas, mientras que con la nueva tecnología se produce la masa o la tortilla de buena calidad en tiempos con rangos de 15 a 60 minutos (Figuroa *et al.*, 1997).

Las máquinas tortilladoras del nuevo milenio

**E**n el nuevo milenio se utilizarán máquinas eléctricas ecológicas que, de hecho, ya se inventaron. En este sentido, el Laboratorio de Investigación en Materiales (LIM) del Cinvestav de Querétaro ha desarrollado varias tecnologías, entre las que se encuentra un proceso continuo y una máquina prototipo para la producción de tortilla y harinas instantáneas (Figuroa *et al.*, 1997; González Hernández *et al.*, 1997). Esta máquina es la combinación de un extrusor de bajo cizallamiento y un horno cocedor de infrarrojo (IR) con patentes USA núms. 5,532,013; 5,567,459; 5,533,532, que puede transformar el maíz crudo en tortilla en cosa de minutos, mientras que el proceso comercial tradicional puede durar de 8 a 18 horas. La nueva máquina es también eficiente energéticamente, no desperdicia agua, no produce efluentes



Cocimiento de tortillas con infrarrojo.  
Patentes US 5,567,459 y 5,589,210.



contaminantes y elabora productos más nutritivos que la tortilla habitual (Figuroa *et al.*, 1997; González Hernández *et al.*, 1997). Este prototipo puede usar cocedores novedosos, con una fuente no convencional de energía, tales como radiación de muy baja frecuencia, infrarrojo o microondas para el secado de la masa o el cocimiento de las tortillas, y se espera que esta máquina ya optimizada entre en operación comercial en el año 2015 ó 2020, cuando el gas que se utiliza para el calentamiento de los comales de las tortilladoras actuales ya no esté disponible en el mercado o se adquiera a precios muy elevados. Por ello, el cocedor de IR del prototipo será una de las opciones en esos años.

#### El empleo de la computadora en la producción de tortillas

La evolución de esta máquina eléctrica sustituirá el cocimiento para formar la masa, usando extrusión por un cocedor óhmico. El cocimiento óhmico es un sistema novedoso de energía no convencional, en el cual la corriente eléctrica pasa a través del alimento para lograr cierto grado de cocción; la corriente

genera calor (efecto Joule), y lleva la energía a donde se necesita. En el sistema óhmico la velocidad de calentamiento es limitada sólo por la cinética intrínseca de los procesos involucrados; además, una ventaja adicional de este sistema sobre todos los métodos mencionados anteriormente es el control del grado de cocción, es decir, el perfil de calentamiento se puede programar de manera casi arbitraria y también monitorear y controlarse con gran precisión, utilizando una computadora (Figuroa *et al.*, 1997). Otra novedad que aparecerá en los primeros años del nuevo milenio será la integración de la computadora y los *chips* en las máquinas tortilladoras eléctricas, dentro de las cuales una función, por ejemplo, será la del corte, tamaño y grosor de la tortilla. Esta tecnología la desarrolló el Cinvestav desde 1994, y en ese año incorporó un concepto de automatización por computadora del sistema de corte; posteriormente se sustituyó la computadora por un *chip* para formar la tortilla en la máquina eléctrica mencionada.

#### Nueva tecnología simplificada y ecológica de nixtamalización

Como se mencionó, las máquinas eléctricas o prototipos descritos con anterioridad no son económicamente accesibles en las circunstancias actuales del país para el gremio de molineros y tortilleros, por lo que se llevó a cabo una investigación exhaustiva de simplificación tecnológica, en la cual los objetivos generales consistían en utilizar el equipo disponible en los molinos, mantener la calidad de la tortilla, reducir los costos de producción y no emitir efluentes contaminantes. Después de varios años de investigación se ha alcanzado una tecnología ecológica simplificada, que puede utilizarla una ama de casa, un molinero trabajando con los equipos disponibles en el molino o una fábrica de harinas, ya sea para obtener masa directamente a partir del maíz, en cuestión de minutos, o harinas nixtamalizadas. Por sus ventajas ecológicas y de ahorro del agua se espera que esta tecnología sea adaptada a principios del nuevo milenio en ciudades como Mérida, Guadalajara, Monterrey y el Distri-

to Federal, donde existen problemas de contaminación por nejayote y de suministro de agua.

#### Los nuevos mercados

La tortilla es el alimento más barato de México, y con la llegada de los supermercados, la tendencia de las áreas urbanas en el futuro será la compra de tortillas refrigeradas y otros productos innovadores. Considerando la situación actual de la tecnología en México, así como la liberalización del precio, es de esperarse que el costo del producto aumente en forma paralela y que su comercialización sea cubierta por empresas internacionales. El empleo de harina de masa deshidratada continuará creciendo en ciertos nichos de México y los Estados Unidos, y proveerá de una amplia gama de productos con diferentes sabores y texturas. Toda esta tecnología desplazará en zonas urbanas a productores menores y fabricantes de equipo pequeño; sin embargo, las harinas perderán terreno en el mercado establecido de tortillerías de México, debido al alto costo de producción al compararse con el nixtamal y con las nuevas tecnologías de nixtamalización simplificada. Los industriales deberán concentrar sus esfuerzos para emplear nuevas estrategias de ventas, como la entrega a domicilio o la tortilla fortificada con nutrientes, todo ello aunado a la alta velocidad de las líneas de producción, mayor automatización, mejor control de calidad y aumento en la eficiencia de mano de obra y equipo.

#### Aspectos nutricionales de la tortilla en el nuevo milenio

Los mercados de la tortilla fortificada con nutrientes formarán parte de las nuevas estrategias de venta en México, y el reforzamiento con soya se impondrá sobre el uso de vitaminas, debido a sus beneficios nutricionales, mayor estabilidad durante el cocimiento y fácil manejo. Esto afectará favorablemente a la población al brindar beneficios importantes en la salud y en la productividad de las empresas y del país (Figuroa *et al.*, 1999); por ejemplo, el crecimiento armónico del tejido



*Cocimiento óhmico para la producción de masa (patente en trámite).*

óseo y del músculo esquelético permitirá adquirir mayor belleza, incremento en la talla y, por tanto, mayor rendimiento físico y mental. También la tortilla fortificada con soya en la dieta tenderá a reducir la incidencia de enfermedades infecciosas, la impotencia sexual y los padecimientos cardiovasculares en los hombres, además de tener un efecto inmediato en los niños y las mujeres lactantes. El uso de la tortilla integral, aprovechando todo el pericarpio del grano de maíz, se puede obtener con la nueva tecnología simplificada, y poseerá los nutrientes de las capas externas del grano (pericarpio), que se pierden en el proceso tradicional y es allí donde se concentra gran cantidad de proteínas de buena calidad (alta lisina y triptófano), vitaminas, minerales y fibra dietaria, lo cual la hace aún más rica. Los nutrientes de los productos integrales permitirán, como ya se mencionó, reducir las enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon y la osteoporosis. Otra tendencia para el nuevo milenio será el uso comercial de maíces QPM (*Quality Protein Maize*), granos mutantes con alto contenido de los aminoácidos lisina y triptófano. Con ese mismo objetivo, se preve la aparición de maíces transgénicos, en los cuales se incorporen genes de amaranto o soya para incrementar los niveles de lisina y triptófano en el grano y así mejorar la tortilla.

#### Importación de tecnología

La demanda de información y de tecnología sobre la nixtamalización por parte de los usuarios hará que a principios del nuevo milenio se cree el Instituto de Investigación sobre el Maíz y la Tortilla, el cual contará con asesorías por Internet, cursos a usuarios y biblioteca virtual con toda la bibliografía necesaria, además de otras instalaciones para realizar prácticas. Aunque se han dado esfuerzos importantes para avanzar en tal sentido, las presiones externas han hecho que se imponga la desorganización de los industriales de la masa y la tortilla, y de las harineras, aunada al lento apoyo por parte del gobierno, lo cual lleva a predecir que este Instituto será formado y controlado por empresas de los Estados Unidos, que cobrarán sus regalías por la venta de tecnología y asistencia técnica en el mercado mexicano. 🌐

#### Referencias

- 1 Katz, S.H.; M.L. Hediger, y L.A. Valleroy. "Traditional Maize Processing Techniques in the New World", *Science* 184, 1974, p. 765.
- 2 Figueroa C., J.D.; F. Martínez; J. González Hernández; F. Sánchez Sinencio; L. Martínez, y M. Ruiz. "Modernización tecnológica del proceso de nixtamalización", *Avance y perspectiva*, núm. 13, 1994, pp. 323-329.
- 3 Figueroa C., J.D.; J. González Hernández; G. Arámbula, y S.E. Morales. "Tecnologías ecológicas para la producción de tortillas", *Avance y perspectiva*, núm. 16, 1997, pp. 363-374.
- 4 Barba, N.A. "Aplican ciencia y tecnología para mejorar producción de tortilla", *Investigación Hoy*, 1994, pp. 4-6.
- 5 González Hernández, J.; J.D. Figueroa C.; L. Martínez; F. Sánchez Sinencio, y H. Vargas. *Technological Modernization of Alkaline Cooking for the Production of Masa and Tortilla*, Singapur-London, 1997, World Scientific Publishing Co., pp. 162-179.
- 6 Figueroa C., J.D.; G.M.G. Acero; S.A. Lozano; J. González Hernández; A.L.M. Flores, y E. Moreno, "La tortilla vitaminada", *Avance y perspectiva*, núm. 18, 1999, pp. 149-158.









# Nuevo milenio, nuevo posgrado

*Visión profesional-interdisciplinaria para  
ciencias e ingeniería ambiental*

TIMOTHY J. DOWNS

## Resumen

**L**OS PROCESOS INDUSTRIALES CARECEN EN LA ACTUALIDAD DE LA APLICACIÓN DE un conocimiento integrado que permita evaluar los impactos al ambiente dentro y alrededor de las instalaciones de producción, manejar sus riesgos y diseñar estrategias económicas que minimicen estos últimos. Esta cadena de conocimientos no se encuentra disponible a causa de barreras existentes entre las disciplinas de la ingeniería, las ciencias ambientales, la economía y la política industrial. También su falta se debe a la rigidez en las ideologías académicas tradicionales, que deberían responder a las necesidades crecientes de la industria y la sociedad. Parece que la academia y la industria no se hablan, asunto paradójico, dado que ésta se compone de los egresados de la academia. El propósito del artículo es empezar a derrumbar estas barreras, con la perspectiva de una maestría para profesionales del nuevo milenio, de enfoque interdisciplinario, que permita la formación de recursos humanos, que no sólo sepan diagnosticar, prevenir y curar el malestar ambiental, sino hacer más productiva su empresa con el brillo de la calidad y la responsabilidad.

## Antecedentes

La complejidad de los problemas interdependientes de desarrollo humano, salud, economía y ambiente requiere de un nuevo modelo para la educación universitaria de posgrado, que permita el desarrollo de capacidades interdisciplinarias. Un modelo funciona desde hace 20 años en la Universidad de California, en Los Angeles, con el programa doctoral de Ciencias e ingeniería ambiental (Environmental Science and Engineering Program, ESE, 1994. Véase su página de Web). Los primeros dos años del programa consisten en cursos obligatorios de ciencia (química ambiental, física ambiental, toxicología, ecología aplicada), ingeniería (sanitaria, hidráulica, hidrología, transporte de masa), manejo/política y economía ambiental, mientras los alumnos eligen cursos adicionales de acuerdo con sus intereses, como desarrollo sostenible, planeación urbana o evaluación de riesgos. La tesis –otros 2 ó 3 años más– se realiza fuera del entorno académico, normalmente con una institución profesional o gubernamental y sobre un problema práctico. Los alumnos están becados durante los primeros dos años didácticos, mientras el periodo de tesis recibe apoyo de la empresa donde se realiza el proyecto. Por ejemplo, varios alumnos trabajan para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) o con otras agencias estatales o federales.

La presente propuesta –el diseño de la maestría en ciencias e ingeniería ambiental– se orienta a las necesidades profesionales de las empresas mexicanas, cuyas actividades estarán sujetas cada vez más al control de la calidad ambiental, y contempla industrias como la petrolera, la petroquímica, la química, la plástica, la minera, la automotriz, la metalmecánica y la electrónica, todas importantes para la economía nacional. Como incentivo, el programa propuesto ofrecería beneficios múltiples para los siguientes interesados:

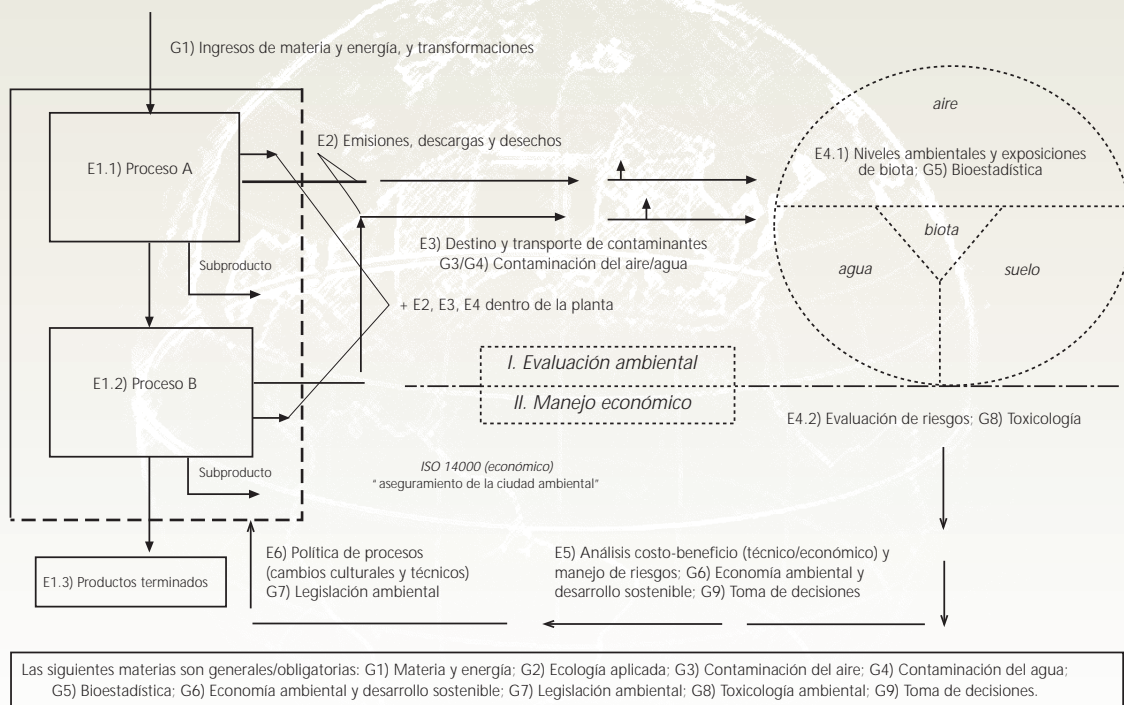
- *El alumno.* Capacitación con mayor poder de venta en el mercado, más relevancia y satisfacción personal.
- *La empresa.* Mejorar la utilidad financiera de la indus-

tria donde labora el alumno y donde realizaría su tesis, con el diseño y desarrollo de procesos más limpios y eficientes.

- *La empresa y la comunidad.* Mejorar la seguridad e higiene industrial, la protección ambiental y el trato social con la comunidad que pueda estar expuesta a los riesgos provenientes de procesos de producción que actualmente contaminan.
- *La industria.* Fortalecer la voluntad y capacidad para cumplir con la normatividad vigente (NOMs) y alcanzar las certificaciones nacionales e internacionales de calidad total (serie ISO 9000) y calidad ambiental (ISO 14000) de ventaja comercial.
- *SEP-Conacyt.* a) Aumentar el alcance del presupuesto público para becas, apoyando más alumnos durante un solo año didáctico en vez de los dos años tradicionales. b) Fomentar una oferta nacional de posgrado que pueda competir favorablemente con universidades extranjeras, ahorrando becas y atrayendo ingresos por parte de alumnos provenientes de América Latina y de otras regiones.
- *El país.* Fortalecer la colaboración entre el sector académico-posgrado y el sector industrial y empresarial para beneficiar la economía del país.

Una nueva cultura industrial más limpia y eficiente busca la manera de reducir sus emisiones, descargas y todo tipo de residuos, mientras se asegure la calidad de sus productos y servicios. La Organización Internacional de Normalización (International Standardization Organization-ISO) ha producido una serie de estándares voluntarios de la serie ISO 14000, que se enfocan al control integral de la contaminación industrial (Rotherby, 1996). Los ISOs representan un sistema de administración de la calidad ambiental, que sirven como marco operativo referencial para los procesos individuales, mas no al conjunto productivo integral que debe contemplar tanto calidad como seguridad e higiene. Ante la alta competencia del comercio globalizado, las empresas exitosas serán aquellas que cumplan con su responsabilidad social y ambiental mientras invierten en la formación de sus empleados y el de-

**Figura 1**  
**Marco integral de la maestría**  
 Materias didácticas generales/obligatorias G1-G9 y especializadas E1-E6



sarrollo de nuevos procesos para vender servicios y productos de alta calidad.

Para los profesionales, la necesidad de contar con educación y entrenamiento especializado en la ciencia e ingeniería ambientales aumenta con los requisitos multilaterales de los tratados de libre comercio, tanto el que existe con América del Norte (TLC) como el nuevo con la Unión Europea. El programa de posgrado permitiría desarrollar recursos humanos que respondan a la creciente demanda de servicios ambientales en México y América Latina. El fortalecimiento de las capacidades humanas, un marco normativo que responda a la realidad mexicana, instrumentos para el cumplimiento del mismo y la inversión en el mercado de servicios y productos am-

bientales, juntos, son los componentes esenciales para acercarnos a un proceso de desarrollo más sostenible. El desarrollo sostenible –meta compleja y esquiva, sujeta a tanta polémica y propaganda– se vuelve comprensible y práctico cuando podemos describir su realidad multi e interdisciplinaria. Es decir, definir actividades, actores, recursos e interacciones que son flexibles de modificarse en la marcha, conforme se gana experiencia y se cambian las condiciones y prioridades.

### Estructura y organización

La figura 1 resume la estructura propuesta de la maestría, siguiendo el modelo fuente-receptor:

Fuente de contaminantes → transporte/dispersión/transformación ambiental → contacto con organismo(s) receptor(es) → riesgo → modificar fuente y control de riesgo

Cuadro 1. Nueve materias generales/obligatorias (véase fig. 1)

Cada una es equivalente a 25-30 horas de clase. Las materias G1 a G4 incluyen visitas de campo para vincular lo teórico con lo práctico.

Nombre	Descripción y temas
G1 <b>Materia y energía</b>	Esta materia se basa en la primera y segunda ley de la termodinámica (de conservación de energía y masa y entropía, respectivamente). La aplicación de estos principios permite hacer un inventario del balance de masa y energía a diferentes escalas del proceso, dado que se incluyen todos los flujos entrantes y salientes de la planta (materia y energía entrante = productos terminados + subproductos + emisiones, descargas y desechos). Esta materia pone las bases para la eficiencia, la prevención y minimización de las pérdidas de masa y energía que representan “contaminación” (subproductos inútiles o peligrosos de alta entropía).
G2 <b>Ecología aplicada</b>	Principios de la dinámica de poblaciones y comunidades de especies relacionados por la cadena trófica. Identificación de especies centinelas para fines de monitoreo de impacto ambiental. Siembra el entendimiento de la complejidad del ecosistema.
G3 <b>Contaminación del aire</b>	Se contemplan principios fisico-químicos de la contaminación del aire. Fuentes móviles e inmóviles y las reacciones claves de la atmósfera urbana. Problemas globales de gases con efecto invernadero y la pérdida de la capa del ozono estratosférico. Efectos meteorológicos de dispersión.
G4 <b>Contaminación del agua</b>	Se contemplan principios fisico-químicos de la contaminación del agua. Modelos de fugacidad para la dispersión de los compuestos orgánicos. Reacciones claves de degradación. Interacción agua-sedimento, agua-aire, agua-biota.
G5 <b>Bioestadística</b>	Se contemplan pruebas estadísticas aplicadas a las poblaciones (distribuciones, promedios, medias, medianas, hipótesis, etc.). Tamaño de muestra, Chi-cuadrado, regresiones lineales y correlaciones, modelos logísticos.
G6 <b>Economía ambiental y desarrollo sostenible</b>	Teorías de las interacciones de la economía con el ambiente, bienes comunes, modelos alternativos de desarrollo. Métodos para valorar el impacto ambiental. Métodos de medición, manejo y control económico de la contaminación. Aspectos políticos, económicos y técnicos del paradigma de desarrollo sostenible y necesidades para su aplicación en México.
G7 <b>Legislación ambiental</b>	Aspectos legales de medición, manejo y control de la contaminación en el ámbito nacional (NOMs e instrumentos de normatividad, diseño y aplicación de los mismos) e internacional (convenios, acuerdos y tratados – TLCAN, Tratado con la Unión Europea, Protocolo de Montreal, Acuerdo sobre Cambio Climático, etc.) y los ISOs 9000 y 14000.
G8 <b>Toxicología ambiental</b>	Aspectos tóxicos de la interacción contaminante-organismo que permite lograr una apreciación de los mecanismos de toxicidad y los efectos tóxicos de determinadas sustancias sobre humanos y otras especies. Se pone énfasis en las sustancias manejadas en el ambiente industrial de los alumnos.
G9 <b>Toma de decisiones</b>	Tema conocido también como <i>applied management science</i> en los EE.UU. u <i>operational research</i> en Europa, que contempla el proceso de acopio de información confiable y adecuada, su procesamiento, análisis/interpretación y uso en la toma de decisiones (Lawrence y Pasternak, 1998). Se presenta cómo evaluar y optimizar opciones de tecnología y/o actividad, usando criterios económicos, técnicos, sociales y ambientales. Esta materia llena un hueco generalizado en los sectores públicos y privados.

Cuadro 2. Seis materias especializadas (véase fig. 1)

Cada una es equivalente a 25-30 horas de clase. El alumno elige una o dos materias, y su tesis se enfoca a una de ellas, mientras reconoce su lugar en el contexto integral de la figura 1.

Nombre	Descripción y temas
E1 <b>Procesos de producción</b>	Se hace una revisión detallada de diferentes procesos principales en una industria de caso, por ejemplo, los cuatro organismos subsidiarios de Pemex –Exploración y Producción, Refinación, Gas y Petroquímica básica y Petroquímica–, haciendo referencia a sus componentes, funcionamiento y eficiencia. En esta materia se identificarían tecnologías alternativas existentes en otros países para fines de comparación. La materia se basa en el marco teórico que presenta la normatividad internacional de Administración de Calidad Total –la serie ISO 9000 y la nueva cultura de “producción más limpia” (Coronado Maldonado y Oropeza Monterrubio, 1998).
E2 <b>Emisiones, descargas y desechos</b>	Esta materia se dedica a la identificación y el control de los contaminantes producidos por los procesos principales de producción. La identificación incluye energía (calor y ruido), pero hace hincapié en la masa química (compuestos orgánicos e inorgánicos). Sigue una caracterización de efluentes, basada en datos existentes de las plantas –su magnitud, frecuencia y medio de entrada (agua, aire, suelo). Se tomarían ejemplos de algunas sustancias importantes por sus características de descarga, toxicidad humana, toxicidad ecológica, persistencia ambiental y potencial de que la población dentro o fuera de la planta sufra exposición. Incluye medios de control y prevención de las mismas.
E3 <b>Dispersión de contaminantes</b>	El alumno aprenderá cómo predecir el destino y transporte ambiental de los contaminantes, tomando en cuenta las características físico-químicas de las sustancias (solubilidad en agua, presión de vapor, factor de bioacumulación, coeficientes de partición, tasas de degradación, etc.) y las características físico-químicas del ambiente (precipitación, vientos, temperatura, tipos de suelo, cuerpos de agua, etc.). Se usarían modelos de fugacidad para predecir el comportamiento ambiental de los compuestos orgánicos (Mackay y Paterson, 1991).
E4 <b>Evaluación de riesgos</b>	Se planteará un modelo ecológico que incluya al ser humano y sus actividades como parte integral del ecosistema, introduciendo ejemplos de las cadenas tróficas y la identificación de especies centinelas. Se procederá a seguir el modelo cuantitativo para estimar la exposición del ser humano a contaminantes ambientales (o ocupacionales), basado en los niveles de los mismos en agua, aire, suelo, alimentos y el grado de contacto que existe entre el sujeto y los medios contaminados. El alumno aprenderá a usar tres modelos distintos de análisis: a) riesgos operativos de procesos –cadenas o árboles de fallas ( <i>fault tree</i> ); b) riesgos poblacionales identificables por el método epidemiológico que relaciona las tasas de enfermedades con diferentes factores de riesgo, incluyendo contaminación y hábitos, y c) riesgo por exposición crónica a sustancias peligrosas, tomando el cálculo de exposición y el grado de toxicidad para estimar la probabilidad de daño específico a la salud (McKone y Daniels, 1991). Se incluiría una introducción al manejo y la comunicación de los riesgos.
E5 <b>Análisis costo-beneficio y manejo de riesgos</b> (extensión del G9)	Para tomar decisiones racionales sobre opciones de manejo de riesgo es necesario comparar los costos y beneficios de las mismas, con criterios múltiples: tecnológicos, económicos-financieros, de salud ambiental y ocupacional. Este método de la economía ambiental está poco desarrollado y se buscaría aplicar la teoría a ciertos estudios de caso de la industria petrolera, tomando en cuenta trabajos previos publicados. El método se basa en los principios de la maximización del bienestar social (y corporativo), valor económico total (bienes monetarios y no monetarios y bienes comunes) y distribución de recursos.
E6 <b>Política de procesos y cambios</b>	En esta área didáctica todo lo que el alumno aprendió antes se aplicará a la promoción de cambios positivos en los procesos de producción, mediante la difusión y transferencia del nuevo conocimiento al nivel administrativo, directivo y ejecutivo. Esta materia se basa en la ciencia de la comunicación, en el contexto mexicano-industrial de que para nada sirve el conocimiento de evaluación, manejo y prevención de la contaminación industrial si no hay mecanismos de transferencia del mismo de carácter político para efectuar los cambios técnicos y culturales.

El programa consiste en nueve materias obligatorias en temas generales (G1-G9), que aportan el conocimiento amplio de base (véase cuadro 1), más seis materias especializadas (E1-E6) –una o dos a elección– que puedan modificarse de acuerdo con las necesidades específicas de las industrias y el cliente (véase cuadro 2). El mínimo total de materias sería de 10 (nueve generales más una especial) para completarse durante el primer año de tiempo completo, y la tesis se realizaría con enfoque sobre una de las áreas especializadas, conservando sin embargo el marco integral. El calendario del posgrado se presenta en la figura 2.

En vez de tener dos corrientes didácticas enfocadas sobre evaluación o manejo (las partes superior e inferior de la figura 1), cada alumno se capacita en ambas, y cada tesis de investigación tendría que reconocer el total del contexto de los dos componentes con enfoque en un problema real de la empresa. En el octavo mes del primer año, el alumno profesional identificaría un problema real de su industria, en el que pueda aplicar e incrementar su conocimiento. Empezaría a desarrollar la tesis después de haber completado el primer semestre (véase fig. 2), se presentaría el protocolo y, una vez autorizado, se iniciaría el trabajo de investigación en el segundo año del programa, después de haber completado las unidades didácticas.

El comité de maestría constaría de un director de tesis de la Universidad, otro sinodal académico y dos de la industria, uno del lado técnico y otro del lado de política, economía o administración, de tal manera que el proyecto de tesis lograría integrar un equipo multidisciplinario de coordinación y los resultados tendrían aplicación. Se entiende por multidisciplinaria la participación de varias disciplinas, mientras que interdisciplinaria significa cruzar entre una y otra, habilidad muy necesaria y valiosa. La presentación de la tesis tendría lugar en las instalaciones de la industria donde se realizó el proyecto, y se obligaría a tener listo el trabajo en forma de artículo para considerar su publicación en una revista adecuada. Los pasantes recibirían el título de maestro en ciencias e ingeniería ambiental (M. en C. e I. A.).

El financiamiento del proyecto de tesis provendría principalmente de la empresa –incluyendo el sueldo del alumno/empleado–, aunque la búsqueda de apoyos complementarios para la iniciativa privada siempre es preferible (Nafin, por ejemplo). El mecanismo de apoyo resulta más atractivo y económico para el binomio SEP-Conacyt, porque permite otorgar más becas con el mismo presupuesto. Además, vincular las necesidades del sector privado y el sector académico sería un logro muy oportuno, pues tradicionalmente en muchos países existe un gran espacio entre los dos, que resulta difícil de cerrar, y por ello los impulsos más importantes de la economía –la creatividad humana y el espíritu empresarial– no son bien estimulados ni aprovechados.

Dada la diversidad del curso y la necesidad de contar con la docencia del más alto nivel, dicho curso se organizaría con docentes de doctorado en México. En caso de debilidad de la capacidad local, se contemplaría impartir algunas materias inicialmente por medio de instituciones extranjeras, mediante una colaboración interinstitucional, con tecnología de videoconferencia e Internet. El propósito de un enlace de esta naturaleza sería también la capacitación de los profesores locales para desarrollar la autosuficiencia. Otro mecanismo atractivo de colaboración es el intercambio cultural de los profesores-investigadores mexicanos y extranjeros, quienes pueden gozar de una estancia en instituciones fuera de su país, llegan a apreciar las diferencias y similitudes entre sus entornos, y generan proyectos conjuntos de investigación y docencia con apertura para fondos multinacionales.

## Conclusión

La necesidad de contar con capacidad ambiental técnico-administrativa interdisciplinaria crece conforme aumenta la actividad industrial que maneja sustancias potencialmente tóxicas para los trabajadores en contacto ocupacional con ellas, y para la población en contacto ambiental y otras especies del entorno ecológico. Un posgrado con enfoque profesional en el nivel de maestría (alcanzable en dos años) y su extensión

Figura 2  
Calendario del programa

Lugar y apoyo \$:	Primer año en la Universidad tiempo completo becado											Segundo año en la empresa tiempo parcial con sueldo y apoyo*												
Requisito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Unidades Generales G1-G9																								
Especiales (1 ó 2 de E1-E6)																								
Examen de candidatura																								
Tesis																								
Examen final																								

\* El proyecto de tesis sería un plan real de la empresa que permita al alumno dedicar gran parte de su tiempo a su realización.

práctica hasta el de doctorado (2-3 años más), que responde a esta necesidad, aplicable a las industrias principales del país, promete ser una herramienta muy valiosa con múltiples beneficios para México, e implica necesariamente una coordinación académica-empresarial-gubernamental, deseable en sí misma para hacer uso más eficiente y efectivo del recurso financiero destinado a becas y, sobre todo, del recurso más vigoroso de cualquier país, la imaginación y pasión de su gente joven, pues como bien dijo Einstein: "La imaginación es más importante que el conocimiento". Esto implica también un compromiso compartido: la industria y los profesionales deben exigir y las autoridades reconocer y llevar a cabo un posgrado digno de un nuevo milenio lleno de esperanza. 🌐

#### Agradecimientos

Expreso mi reconocimiento por el apoyo y el aprendizaje recibido durante cinco años de parte de Marisa Mazari y Adalberto Noyola (UNAM), Carlos Santos Burgoa (Instituto de Salud, Ambiente y Trabajo, SC), Rocío Alatorre Eden Wynter (INE), Víctor Borja (SSA/CeNSA), Enrique Cifuentes García y Mauricio Hernández Avila (Instituto Nacional de Salud Pública), Mel Suffet, Arthur Winer, Richard Ambrose y John Froines (UCLA) y Richard MacDonald (Universidad de las Naciones Unidas), y también agradezco el apoyo del Conacyt durante el desarrollo del proyecto de tesis (1995-1997).

#### Bibliografía

- Coronado Maldonado, M., y R. Oropeza Monterrubio. *Manual de prevención y minimización de la contaminación industrial: producción más limpia*, México, 1998, Panorama Editorial, S.A. de C.V.
- ESE. "Program Description and Curriculum", *Environmental Science and Engineering Program*, Los Angeles, 1994, University of California, Website: <http://www.ph.ucla.edu/ese/>
- Lawrence, J., y B. Pasternak. *Applied Management Science: A Complete Integrated Approach for Decision-making*, New York, 1998, John Wiley & Sons.
- Mackay, D., y S. Paterson. "Evaluating the Multimedia Fate of Organic Chemicals: A Level III Fugacity Model", *Environmental Science & Technology*, 25(3), 1991, pp. 427-436.
- McKone, T. E., y J. I. Daniels. "Estimating Human Exposure Through Multiple Pathways from Air, Water and Soil", *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 13, 1991, pp. 26-61.





*Daniel Vergara Lope, 35 años aproximadamente (tomado de Izquierdo, J. J. Balance cuatricentenario de la fisiología en México, 1934, Editorial Ciencia, p. 249).*

# Un científico mexicano y su visión romántica de la fisiología de las alturas

ANA CECILIA RODRIGUEZ DE ROMO

## Introducción

EXISTE UNA TRADICIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO? SI EN NUESTRO país se hace ciencia, ¿es esta también ciencia del Tercer Mundo? De un modo o de otro, estas preguntas flotan en la mente mexicana e indirectamente influyen en la autoestima nacional.

Al mismo tiempo, sin considerar el nivel de desarrollo de un país, su labor científica muestra la interdependencia de lo humano con lo social, y aunque en los últimos tiempos la historia de la ciencia ha estado en el centro de las disputas entre internalistas y externalistas, es claro que ambas posturas son mutuamente complementarias; es decir, la labor de las comunidades científicas refleja el momento que les toca vivir. Volver los ojos al pasado y asomarse a la vida del fisiólogo mexicano Daniel Vergara Lope Escobar y a su esfuerzo por entender la fisiología humana en la altura, pueden ofrecer posibles respuestas a las interrogantes con las que comenzó este ensayo, y demostrar que los científicos dependen de este contexto de modo importante.

**A**l evocar la figura del científico mexicano es difícil decidir cuál aspecto resaltar; su obra científica en fisiología de las alturas, su papel fundamental en la creación de la cátedra de fisiología y el laboratorio de la Tercera Sección de Fisiología del Instituto Médico Nacional, las cartas de sus últimos años, que de manera tan vívida muestran su visión de la enseñanza y la ciencia en la fisiología, o sólo su vida personal que, por lo trágica y azarosa, bien pudiera ser tomada como argumento de una pieza dramática, pues tantos sucesos nefastos le sucedieron que uno no puede menos que cuestionarse si en realidad existe la mala suerte. La investigación de su desempeño científico es relativamente sencilla, porque publicó en forma abundante en las mejores revistas de la época, pero su vida personal es difícil de delinear, ya que la mayoría de los documentos oficiales, como las actas de defunción o matrimonio, está extraviada y no acostumbraba hacer mención de su vida personal. Lo que se apunta aquí son deducciones de las fuentes documentales y de los escasos testimonios de familiares.<sup>1</sup>

Daniel Vergara Lope Escobar nació en 1865, en el estado de Hidalgo, y supongo que murió en 1938 en la ciudad de México. Su abuelo fue licenciado, su padre ingeniero y él médico, pero resulta significativo destacar que una familia de profesionales a mediados del siglo pasado no era lo más usual. Me es imposible precisar cuándo emigró a la capital del país ni cómo transcurrió su niñez y adolescencia; el caso es que siendo estudiante de medicina pasaba por el Zócalo capitalino cuando había una manifestación contra Porfirio Díaz. Fue detenido, enviado a la cárcel y expulsado de la Universidad, lo que le causó perder medio año y tener que dirigirse personalmente al presidente Díaz, para poder ser readmitido en la Escuela de Medicina.

Vergara Lope no menciona cómo nació su interés por la fisiología de las alturas; ¿sería la influencia de un maestro o la lectura de un libro? El caso es que a los 24 años, ese fue el tema de su tesis de licenciatura, que desarrolló en el Laboratorio de Fisiología del Instituto Médico Na-

cional, donde empezó a trabajar sin sueldo cuando todavía era estudiante.

De luminosa inteligencia y dedicación obsesiva al laboratorio, no pasó de ayudante y demostrador, y a pesar de que socialmente pertenecía a un estrato privilegiado nunca se insertó de manera firme en la élite político-científica del porfiriato. Quizás una de las causas haya sido su personalidad, ya que nuestro médico no se distinguía por ser adulador, conciliador y oportunista, e incluso algunos oficios o cartas reflejan poca tolerancia con los errores y sobre todo con lo que él consideraba injusticias.

Después de treinta años frente al Instituto Médico Nacional, murió Fernando Altamirano, y el nuevo Director colocó como Jefe de la Tercera Sección de Fisiología a una persona que no tenía la capacidad ni la formación de Daniel Vergara Lope en la experimentación fisiológica. La situación se tornó crítica cuando tuvo que realizar, sin ningún crédito, el trabajo que el nuevo Jefe no sabía llevar a cabo. El fisiólogo protestó ante Alfonso Pruneda, entonces secretario de Educación Pública y Bellas Artes; así, el hasta entonces responsable fue removido de su cargo y se nombró a Daniel Vergara Lope como jefe de la Tercera Sección de Fisiología. El buen sabor duró poco, ya que pronto el Instituto desaparecería y, además, la protesta fue una clara cruz en su expediente.

En una ocasión dispensó sus servicios médicos a una nuera de Victoriano Huerta y éste, en recompensa, lo hizo diputado sin imaginar que le causaba un gran problema, porque en 1915, cuando el usurpador cayó, Daniel Vergara Lope fue despedido de las instituciones en que laboraba y proscrito por la sociedad. Tuvo que abandonar la ciudad de México y cambiar su domicilio a Cuernavaca, donde volvió los ojos a la clínica y creó un pequeño sanatorio. El gran científico finalmente también era hombre; ya mayor, y con buena posición económica, dejó a su esposa por una joven paciente con quien después formalizaría su situación. Desafortunadamente ésta falleció y la familia de ella lo despojó de sus bienes y también de su razón. Viejo, enfermo del cuerpo y de la mente, sin dinero, olvidado e incluso atacado por los entonces jóvenes médicos a los que alguna vez ayudó, regresó a la ciudad



Daniel Vergara Lope. Edad aproximada, entre 25 y 30 años. Experimentando en él mismo y tomando la frecuencia cardíaca y la tensión arterial (tomado de Fernández del Castillo, F Historia bibliográfica del Instituto Médico Nacional, México, 1961, Imp. Universitaria, UNAM, s/p).

de México, donde al cuidado de sus familiares falleció a la edad de 73 años. Deduzco lo anterior por diversas lecturas, y también supongo que fue sepultado en el panteón del Tepeyac, donde la familia Vergara Lope poseía una cripta, pero el estado de los documentos y el cuidado que se les proporciona es tan lamentable que no fue posible localizar su nombre; por ejemplo, aparecen en las tumbas familiares de Vergara Lope que no están registrados en ellos. Además, existe la lápida con el nombre de sus padres, pero su deceso no está documentado. ¿La mala suerte perseguiría a Daniel aún después de su muerte?

#### Labor científica y contexto social

Daniel Vergara Lope perteneció a esa nueva y prometedor generación de preparatorianos educados de manera fiel en el Positivismo que trajo Gabino Barreda. Era ferviente admirador de Claudio Bernard y seguidor de los preceptos de la medicina experimental, y con estas ideas como eje condujo su vida científica. Sus días y su obra se ubican perfectamente en el porfiriato y, por ende, su ciencia debe ser entendida considerando las características sociales y políticas de enton-

ces. Porfirio Díaz validaba su régimen con la interpretación muy personal del Positivismo comtiano y estaba convencido del aspecto utilitario de la ciencia. Su proyecto de país dependía de modo importante de la higiene nacional, entendida ésta en el sentido de lo moral, y tal postura tenía que ser científicamente apoyada por la medicina. Con esta perspectiva, la investigación en fisiología experimental sólo tenía sentido dentro del proyecto nacional que necesitaba de la ciencia para lograr el progreso y definir la identidad mexicana. Frente a una nación devaluada por la conflictiva racial, la ciencia médica podía ofrecer una solución: la fisiología de las alturas, que resultaba ideal porque se trataba de estudiar la geografía mexicana y a sus pobladores desde el punto de vista médico-científico.

En este escenario mexicano, la ciencia francesa fue primer actor. Con fines imperialistas, el médico Denis Jourdanet vino a México con la Comisión Científica Franco-Mexicana, cuyos objetivos eran múltiples; uno de ellos consistía en evaluar la manera como la altitud y la diversidad geográfica afectaban anatómica y fisiológicamente a los individuos, pensando sobre todo en la tropa francesa. Poco antes de la Intervención, Jourdanet publicó *Les altitudes de la Amérique Tropicale* (1861), donde expone sus impresiones sobre la influencia de la altitud en la vida de los habitantes del Anáhuac, y una de las conclusiones más importantes del libro era la teoría de la anoxihemia barométrica. Jourdanet decía que debido a la baja presión (585 mm de Hg) y elevada altura (2277 m), sus habitantes

respiraban un aire enrarecido con menor concentración de oxígeno, circunstancia que causaba anemia intelectual. Su hipótesis establecía que a menor presión atmosférica mayor predisposición patológica de los individuos habituados a esos aires empobrecidos. Según él:

La sangre, empobrecida de oxígeno, no estimula mas que imperfectamente el sistema nervioso, cuyas funciones se ejercitan sin energía, causando apatía física y el abatimiento moral de las altitudes. El carácter se agría o ablanda, el pensamiento es un trabajo, el juicio es el resultado de una apreciación injusta (Vergara Lope, 1890, pp.18-19).

Por otro lado, había quien pensaba que en los habitantes de las altitudes existía un fenómeno de “aclimatación”, que permitía compensar el déficit de oxígeno captado en la respiración, pero eso no significaba que las cualidades morales o intelectuales dejaran de ser afectadas. De cualquier modo, además de lo puramente biológico, era necesario analizar si la altura afectaba las posibilidades de civilización y la capacidad moral de sus habitantes.

En conclusión, a mediados del siglo pasado, la fisiología de las alturas vivía dos posturas irreconciliables; o se asumía la existencia de una respiración defectuosa que conducía al envilecimiento de las razas autóctonas, o se aceptaba un fenómeno de “aclimatación” que podía compensar la deficiencia de oxígeno, pero no aseguraba la capacidad intelectual. La solución que se le diera a estas posturas médicas en conflicto, afectaría lo que se pensara sobre la higiene y la civilización en las regiones altas del mundo.

Así las cosas, desde muy joven, Daniel Vergara Lope intuyó la importancia del asunto, y su investigación buscó encontrar la razón más convincente para refutar la teoría de Jourdanet. Cabe mencionar que los casi 30 años de su vida científica los dedicó al mismo tema. El caso es raro, porque los científicos de entonces no tenían líneas definidas de investigación como ahora, muchos pagaban esa investigación de su propio peculio y no existía la figura institucional del investigador de tiempo completo.

Entre 1890 y 1930 publicó tres libros y alrededor de 40 trabajos sobre diferentes temas, todos relacionados con la fisiología de las alturas. Los libros son muy importantes, el primero (1890) fue su tesis de licenciatura, después siguió el de 1893 y finalmente la obra monumental de 800 páginas, publicada en 1899, pero que en 1895 había ganado la medalla Hodgkins del concurso sobre Fisiología de las Altitudes, patrocinado por el Instituto Smithsonian de Washington.

Lo primero que encontró Vergara Lope es que Jourdanet no había realizado labor experimental. El médico francés nunca midió las variables fisiológicas en el cuerpo del mexicano y tomó las del francés como si éstas fueran universales. Durante muchos años, el fisiólogo mexicano se dedicó a medir la amplitud del tórax de sus compatriotas, la talla, el peso, la capacidad respiratoria y cardíaca, el volumen del aire y del oxígeno inspirado, la frecuencia cardíaca y respiratoria, la tensión arterial, los glóbulos rojos, los fenómenos químicos de los gases. Todas estas eran variables medibles y, por lo tanto, sujetas a investigación científica:

¿Buscó Jourdanet la amplitud del tórax en los mexicanos?, ¿midió qué cantidad de aire penetra en cada inspiración? Creo que no, por nada sé que se haya hecho una sola experiencia neumatómica. ¿Observó la cifra que representaba la frecuencia por minuto de los movimientos respiratorios y circulatorios? (Vergara Lope, 1890, pp. 22-23).

Daniel Vergara Lope admitió que existía anemia en México, pero no por anoxihemia barométrica. La anemia podía ser de múltiples causas, principalmente tuberculosis, paludismo y mala higiene, y esta última, según él, se debía a la aglomeración de la ciudad, a la desnutrición, los pobres salarios y el alcoholismo. Era cierto que la anemia entre los indios podía ser mayor, pero no por la altura, sino por las pobres condiciones de vida que no les permitían alimentarse de manera adecuada. Respecto a la tuberculosis, Vergara Lope afirmaba que si bien es causa de anemia, la altura la contrarresta en lugar de fomentarla. Años

después impulsaría la creación de hospitales para tuberculosos en el pueblo de Tlalpan, entonces tan lejos de la ciudad de México.

Además de la investigación en fisiología respiratoria y antropometría, que Daniel Vergara Lope efectuó para probar la falsedad de la teoría de la anoxihemia barométrica y validar a la raza mexicana desde el punto de vista científico, también postuló la “poliglobulia de las alturas”. En un principio pensó que otra respuesta biológica a la altura era la mayor formación de glóbulos rojos para incrementar el transporte de oxígeno, pero después consideró que dicha poliglobulia no se debía al incremento de eritrocitos, sino a la disminución de agua en la sangre, lo que la hacía más espesa. La poliglobulia sería causa de aumento de la hemoglobina y por lo tanto de la capacidad respiratoria de la sangre.

#### Falsedad de la anoxihemia barométrica

La teoría de la anoxihemia barométrica era falsa y estaba demostrada con lo que él llamó la Ley de la Compensación. Para fines prácticos, la ley se simplifica diciendo que, a mayor altura y por lo tanto a menor presión, el número de respiraciones aumentaba en dos o tres por minuto. La rarefacción de las alturas quedaría compensada con un incremento de la frecuencia respiratoria proporcional a la altura, y el aumento de los glóbulos rojos también sería en proporción directa con la altitud. De este modo era posible recuperar la cantidad de oxígeno en que tanto insistía el médico francés, y la rarefacción del medio quedaría equilibrada con un aumento proporcional de respiraciones, pulsaciones y eritrocitos.

La teoría de la anoxihemia barométrica era totalmente incorrecta, él lo había probado por medio de la experimentación científica, único sistema válido para negar la degeneración o la patología por efecto de la altitud. El fisiólogo mexicano había encontrado que sus compatriotas no estaban condenados por su situación geográfica o climatológica, la fisiología experimental había aportado la verdad. Daniel Vergara Lope había resuelto que se trataba de:



...un asunto de interés meramente nacional y de notables trascendencias para el progreso del porvenir, no sólo científico, sino higiénico-práctico y social... Los mexicanos no seremos una miserable raza, víctima fatal del medio cósmico en que se ha colocado e incapaz de toda clase de progreso. Pónganse las cosas en su verdadero lugar, son mis deseos y los de todo aquel que busque la verdad (Vergara Lope, 1893, p. 53).

Para Vergara Lope, la herencia, el trabajo físico y la aclimatación temprana podían despertar el proceso de adaptación. Según él, los europeos que llegaban a México presentaban un malestar pasajero, pero después estaban mejor que en sus países de origen y el clima les parecía benigno y grato.

Vergara asumía que para mantener el equilibrio, los fenómenos fisiológicos se rigen por el principio universal de la compensación entre los excesos y las carencias, y los órganos funcionan en proporción directa con el trabajo físico que se les impone. Pensaba que la diferencia entre lo patológico y lo normal era cuestión de grado y no se trataba de diferentes estados de la naturaleza. La idea no es nueva en la historia de la medicina, los griegos defendían el equilibrio de los humores y Claudio Bernard decía que entre la salud y la enfermedad está el cero o punto medio de la misma escala. De acuerdo con el científico mexicano, el aparato respiratorio sufría modificaciones a causa de la altitud, pero éstas siempre eran proporcionales a la conservación del equilibrio funcional.



Con frecuencia nuestro fisiólogo veía que la medición del mismo parámetro variaba de paciente a paciente, y como médico sabía que cada organismo es diferente y que se mueve en un rango arbitrario de normalidad. Su Ley de la Compensación también consideraba la variabilidad, es más, pensaba que las variaciones eran normales y necesarias, pues su fin era preservar el equilibrio funcional de los seres humanos que vivían en condiciones diferentes. Su gran objetivo, de hecho la obsesión de su vida científica, era encontrar el código que justificara esa variabilidad en defensa de la raza mexicana.

Teórica, experimental y matemáticamente, el doctor Daniel Vergara Lope había demostrado la normalidad de los mexicanos; además, la ciencia le permitía afirmar con todo el orgullo del nuevo mexicano que el Valle del Anáhuac no sólo no era mórbido, sino que resultaba maravilloso, excelente para la curación de los males respiratorios:

Nuestros hermosísimos crepúsculos, con sus mil y mil brillantes tintas, la irradiación extraordinaria de la luz que se derrama a torrentes, llenándolo todo con una claridad deslumbradora cuando el sol ocupa la mitad de su carrera. El brillo límpido de la luna y demás astros de nuestras noches claras. La capa atmosférica que atraviesan los rayos luminosos del sol es poco densa, generalmente poco cargada de polvos y vapores, ofreciendo por tanto un grado de transparencia excepcional respecto a todos aquellos puntos donde se han hecho estudios de climatología y deducido muchas consideraciones que tienen que variar en su aplicación... La mayor parte, los días son despejados y la diafanidad de la atmósfera es extraordinaria; esto y la sequedad tan notable del aire hace que los rayos solares

produzcan en el suelo, con la mayor intensidad, sus efectos luminosos, caloríficos y químicos. (Vergara Lope, 1893, p. 14). ¡Qué lejos estaba el orgulloso científico mexicano de imaginar en lo que se convertiría el valle de México!

#### Últimas reflexiones a manera de conclusión

La obra de Daniel Vergara Lope Escobar no sólo es importante como antecedente de la ciencia mexicana o por sus implicaciones sociales, también hay que ubicarla en la ideología del porfiriato. La medicina de entonces tenía un fuerte tinte de moralidad y política, y aunque el doctor Vergara Lope demostró científicamente que el mexicano no era subnormal por vivir en un medio geográfico diferente, esta aseveración sólo tenía sentido si se ubicaba en el contexto higiénico de tipo moral de la medicina nacionalista. El gobierno y los médicos equiparaban la salud personal con el bienestar social, y ambos dependían de la higiene como una forma o un estilo de vida. Si había patología propiamente mexicana, ésta no se hallaba en el ámbito de la fisiología; en las altitudes, el cuerpo humano mexicano no era diferente del que describían los libros extranjeros de medicina.

¿Existe una ciencia mexicana, y además es periférica? La compleja respuesta está en el análisis profundo de nuestra historia, de la antropología, la idiosincrasia e incluso la economía. En el caso que me ocupa, Daniel Vergara Lope Escobar hizo ciencia en el más estricto marco metodológico, y su investigación en fisiología de las alturas fue original, porque se adecuó a las necesidades sociales y científicas de México. Pero quizás en su propio país estuvo la causa de su anonimato personal y científico. El Positivis-

mo, manantial filosófico del pensamiento científico moderno, se impuso a ultranza, bloqueando la evolución natural de las ideas que modulan la sociedad para que su concepción del mundo incluya lo científico. En el México porfiriano, la ciencia era una moda, un escalón para alcanzar un estatus; ni el gobierno y menos aún el pueblo tenían una genuina inclinación científica, no había un proyecto científico a largo plazo, pues el sistema apoyó las líneas de investigación que de manera inmediata satisfacían su plan gubernamental.

Desde entonces, la continuidad ha dependido en mayor medida de la amistad que de la capacidad. En aras de posiciones personales, su laboratorio de fisiología desapareció junto con el Instituto Médico Nacional, y se fue así el esfuerzo institucional y personal de años, junto con la posibilidad de continuar líneas concretas de investigación. Los hombres, científicos o no, dependen de su circunstancia; además, aunque el doctor Vergara Lope era muy capaz profesionalmente, no tenía la personalidad que a veces se requiere para hacerse la vida más fácil o acceder a cargos de decisión.

También está la posición particular. Con el paso del tiempo, el fisiólogo mexicano mitificó su propia labor experimental y los mitos son verdades parciales; así, Daniel

Vergara Lope fue víctima de las desviaciones de su propia investigación. Hasta el final defendió sus ideas, ya no consideradas tan válidas en su propio tiempo. Su nacionalismo terminó por atraparlo y quizás aquella honesta convicción científica se esfumó ante la obsesión por reivindicar la raza y el altiplano mexicano.

Daniel Vergara Lope hizo ciencia en el más puro y sincero sentimiento nacionalista, y realizó una romántica y mexicana fisiología de las alturas.<sup>2</sup> 🌐

## Referencias

- <sup>1</sup> La biografía científica del doctor Daniel Vergara Lope obtuvo el premio Vidas para leerlas, Fonca, Conaculta. Rodríguez de Romo, A. C., y L. Cházaro García. *Daniel Vergara Lope; ciencia y adversidad en la Montaña Mágica*, 1998. La investigación fue parcialmente apoyada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, proyecto IN402996, UNAM. Agradezco profundamente a los familiares del doctor Vergara Lope Escobar la información que gentilmente me proporcionaron.
- <sup>2</sup> Parte de este trabajo será publicado en el libro *México en el siglo XX*, 1999, editado por el Archivo General de la Nación.

## Bibliografía

- Archivo General de la Nación. Fondo Instrucción Pública y Bellas Artes, Instituto Médico Nacional.
- Herrera Alfonso, L., y D. Vergara Lope. *La vie sur les hauts plateaux. Influence de la pression barométrique sur la constitution et le développement des êtres organisés*, México, 1899, Imprimerie Y. Escalante.
- Jourdanet, Denis. *Les altitudes de l'Amérique Tropicale comparée au niveau de mers au point de vue de la constitution médicale*, Paris, 1861, Baillière.
- Vergara Lope, Daniel. *Refutación teórica y experimental de la teoría de la anoxihemia barométrica del doctor Jourdanet*, México, 1890, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Vergara Lope, Daniel. *La anoxihemia barométrica. Medios fisiológicos y mesológicos que ayudan al hombre a contrarrestar la acción de la atmósfera rarificada de las altitudes*, México, 1893, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Rodríguez de Romo, Ana Cecilia. "Fisiología mexicana en el siglo XIX. La investigación", *Asclepio*, 1997, vol. 49, pp. 139-145.
- Rodríguez de Romo, Ana Cecilia. "Las ciencias naturales en el México Independiente; una visión de conjunto", en *Las ciencias naturales en México*, México, 1999, eds. Hugo Aréchiga y Carlos Beyer, Fondo de Cultura Económica, colección Biblioteca Mexicana.





Sigüenza y Góngora. Mapa de la bahía de Pensacola. (Trazado a partir de una fotografía del original que se encuentra en el Archivo General de Indias de Sevilla, México, 61-6-21). Tomado de William Edward Dunn, *Spanish and French Rivalry in the Gulf Region of the United States, 1618-1702*, 1971.

# Carlos de Sigüenza y Góngora y el Golfo de México

VIRGINIA GONZALEZ CLAVERAN

P

Un personaje singular

OR SU MULTIFACÉTICA PERSONALIDAD Y SU EXTRAORDINARIA formación intelectual, han sido muchos los autores que se han ocupado de estudiar la vida y obra del clérigo del siglo XVII Carlos de Sigüenza y Góngora. Fue amigo e interlocutor de la Décima Musa –otro portento de aquella centuria barroca–, corresponsal de John Flamsteed, de Atanasio Kircher y de Juan Domingo Cassini, entre otros relevantes pensadores europeos. Se dice que su fama llegó hasta la corte del Rey Sol, quien le extendió una invitación para ir a París que, por cierto, no aceptó.

Nació en la ciudad de México en agosto de 1645. Estudió siete años con los jesuitas y más tarde pasó a las aulas de la Real y Pontificia Universidad de México. A lo largo de su vida cultivó con la misma enjundia tanto la vertiente humanística como la científica, y su curiosidad por ahondar en el conocimiento de las antigüedades mexicanas está bien documentada, pues reunió a lo largo de su vida un número considerable de códices prehispánicos, que tuvo el gusto de estudiar a sus anchas. Las exploraciones que realizó en Teotihuacán lo hacen uno de los precursores de la arqueología nacional. Vale la pena recordar que el interés y el amor que sintió por la historia de su tierra lo condujo, no sólo a escribir interesantes textos sobre nuestro pasado, sino también a llevar a cabo actos encomiables, como fue el de rescatar de las llamas algunos documentos y demás objetos pertenecientes al Ayuntamiento, durante el memorable motín del 8 de junio de 1692, sobre el cual escribió un oportunísimo testimonio. Sigüenza también puede ser analizado como literato, y hasta como poeta, pues no desdeñó componer versos, y a este respecto cabe señalar que fue pariente del célebre autor culterano del Siglo de Oro español, Luis de Góngora y Argote (1561-1626).

Por lo que toca a su veta científica, debo señalar su gran pasión por las matemáticas que, a su vez, le abrieron las puertas de la astronomía y de otras ciencias exactas. Publicó lunarios durante treinta años y, con el pretexto de la aparición del cometa de 1680, visible en suelo mexicano, redactó un texto que tenía por objeto tranquilizar a los asustados, incluida la virreina, explicando el carácter inocuo del fugaz astro, el *Manifiesto philosophico contra los cometas despojados del imperio que tenían sobre los tímidos*. Las objeciones que hizo a este trabajo un ingeniero militar flamenco, destacado en Campeche, motivaron la aparición del *Belerofonte Mathematico contra la Chimera Astrologica de Martín de la Torre*, y la crítica que a su vez le hizo el jesuita Kino, supuesto amigo del criollo, dio lugar a su obra de mayor envergadura: *Libra Astronomica y Philosophica en que Carlos de Sigüenza y Góngora, Cosmographo, y Mathematico Regio en la Academia Mexicana examina no sólo lo que a su Manifiesto... opuso el R.P.*

*Eusebio Francisco Kino, de la Compañía de Jesús, sino lo que el mismo R.P. opinó, y pretendió haber demostrado en su Exposición Astronómica del Cometa del año de 1681...* (En México, por Calderón, 1691). En esta obra, Sigüenza demuestra tener un conocimiento científico más sólido y moderno, que su soberbio opositor. Vale la pena citar lo que el sabio mexicano escribió sobre la materia astronómica en discusión: “[No se] ...pueden asentar dogmas en estas ciencias, porque en ellas no sirve de cosa alguna la autoridad sino las pruebas y la demostración.”

Su nada común entendimiento de las matemáticas, aunado a su inclinación por la teoría del arte o ciencia militar, lo capacitaron asimismo para evaluar el sistema defensivo de Veracruz, e inclusive le valieron para poder ostentar el título de examinador de artilleros; de hecho, Sigüenza bien pudo haber sido un ingeniero militar. Fue uno de los tantos hombres cultos requeridos para examinar el desagüe de Huehuetoca, que implicó todo un reto tecnológico y humano para los hombres del México colonial. Con tan sólidos conocimientos no es de extrañar que el último de los austrias, el rey Carlos II (1675-1700), le haya nombrado cosmógrafo real, aunque también desempeñó cargos más modestos y prácticos como el de catedrático de matemáticas y astrología en su *alma mater*, la Real y Pontificia Universidad de México, y en esa misma institución, de la cual egresó, fungió como contador.

En cuanto a sus ideas o sentimientos religiosos, se dice que fue un católico sincero, devoto y caritativo. El arzobispo de México, Francisco Aguiar y Seijas (1682-1698) le confió el repartimiento de sus limosnas; otro cargo que desempeñó fue el de capellán del Hospital del Amor de Dios, donde por cierto tuvo su domicilio y donde falleció el verano de 1700, tras de lo cual, conforme a su última voluntad, se le practicó una autopsia que él quiso fuera didáctica para quienes lo sobrevivieron.

Por su importancia y valía, el criollo Sigüenza fue colaborador de varios virreyes del siglo XVII, pero muy en particular de Gaspar de la Cerda Sandoval Silva y Mendoza, conde de Galve, gobernante de la Nueva España de 1688 a 1696, y con quien al parecer trabó una estrecha amistad. Una de las prioridades de este virrey fue reforzar el domi-

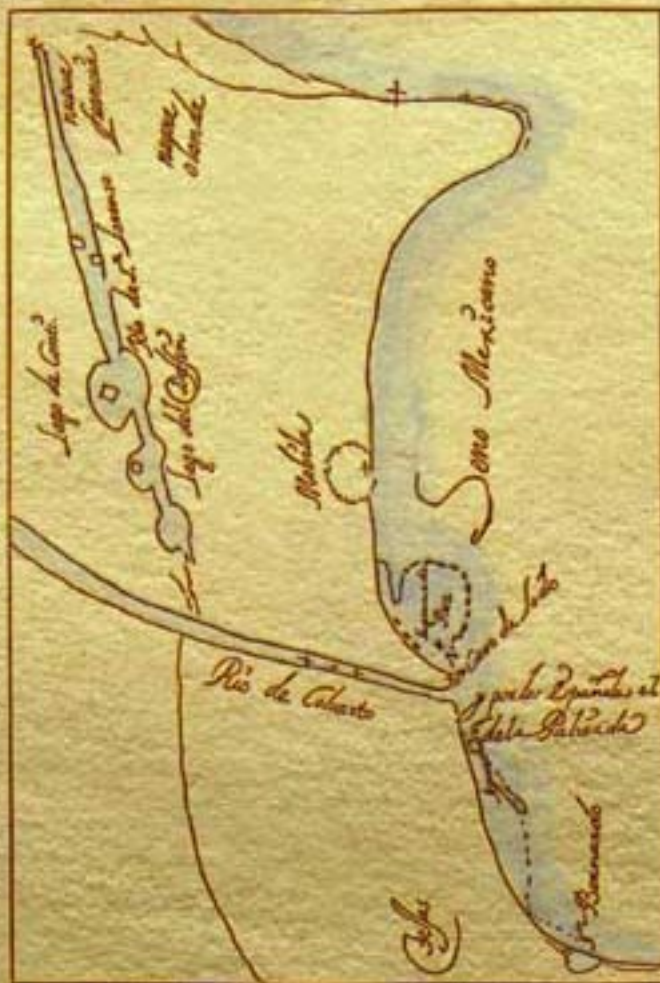
nio de España en el septentrión, en las Antillas, en el Seno Mexicano o Golfo de México, y en el Pacífico o Mar del Sur. Estos intereses los compartió con el sabio nativo, quien tomó la pluma para escribir varios textos sobre el tema, sin embargo, opino que su mayor consideración la ocupó el tópico de la defensa del Seno Mexicano.

#### El seno mexicano

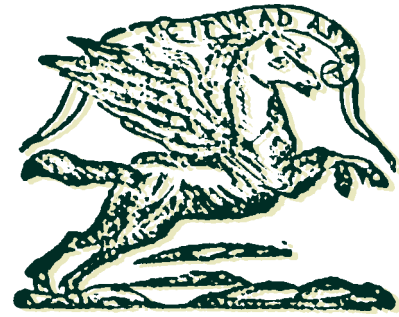
**T**ras las bulas alejandrinas, y con excepción del territorio brasileño, España se consideraba la dueña legítima de América, pero su incapacidad demográfica y material para ocupar de manera inmediata el vastísimo espacio continental permitió la incursión muy temprana de las naciones rivales en el Mar Caribe, América Central y del Norte.

En la década de los ochenta, las relaciones Francia-España no eran precisamente amistosas, de modo que la noticia de que en el año de 1682 una expedición a cargo de Roberto de La Salle había bajado por el Mississippi (o río de Colbert) hasta el Golfo de México, y de que había formado una colonia gala en la bahía de San Bernardo, sacudió las respectivas cortes del conde de Galve y de Carlos II. En efecto, esta incursión se hizo con la anuencia del ministro Juan Bautista Colbert (1619-1683), quien ansiaba la fundación de un imperio colonial francoamericano, pues soñaba con poder conectar las jóvenes posesiones del Canadá con el Golfo de México y, obviamente, el proyecto representaba una seria amenaza para la integridad de los dominios españoles.

La presencia francesa en esa región fue la coyuntura que aceleró la toma de medidas urgentes por parte de los virreyes de México, para contrarrestar la ofensiva colonizadora de la potencia rival: 1) la evangelización de Texas y 2) el montaje de once expediciones por mar y tierra que fueron enviadas a las proximidades del Mississippi. Las incursiones "golfeñas" fueron encabezadas por la campaña de Juan Enríquez Barroto, quien en 1686 zarpó de Cuba para evaluar el peligro francés, y en esa ocasión redescubrió la bahía de Pensacola, donde en 1554 Tristán Alvaro de Luna había fundado una fugaz colonia hispana.



*Boceto contemporáneo del mapa que ilustra la Expedición Pez-Sigüenza de 1693. (Trazado a partir de una fotografía del original que se encuentra en el Archivo General de Indias de Sevilla, México, 61-6-17). Tomado de William Edward Dunn, Spanish and French Rivalry in the Gulf Region of the United States, 1618-1702, 1971.*



Una vez en México, el explorador Enríquez, que había sido discípulo de Sigüenza y Góngora, comentó personalmente a su maestro el resultado de sus pesquisas. El relato entusiasmó a tal punto al matemático mexicano, que el 2 de junio de 1689 escribió al virrey conde de Galve un *Memorial*, donde le instaba a no desaprovechar las ventajas geoestratégicas que la posesión de Pensacola representaba para la Corona; el no apoderarse de este punto entrañaría un grave peligro para los dominios nacionales, pues podría perderse la Florida, perjudicarse la navegación del virreinato de México y el Caribe, y para colmo de males, desde allí podrían desplazarse los enemigos hasta el norte de la Nueva España. Para ser más convincente, le aseguró que la bahía de Pensacola o bahía del Espíritu Santo podría rendir buenos frutos al rey y, por añadidura, representaba una magnífica oportunidad para extender el cristianismo. En su opinión, poblar Pensacola era más promisorio que poblar las Islas Marianas –situadas en la mitad del Pacífico– las que, según sus palabras, no eran de “...provecho alguno” para la monarquía. No obstante su anterior discurso, Sigüenza previó que, a largo plazo, los enemigos se apoderarían de la región, en lo cual tuvo razón; tal vez era inevitable, o tal vez España, una vez más, actuaría a destiempo.

Su capacidad intelectual y su interés en la región hizo de Sigüenza y Góngora un candidato idóneo para participar en una de las expediciones por mar que se envió por entonces al Golfo de México septentrional. A pesar de que llegó a confesar que le encantaría emprender viajes interesantes – “...no he salido a peregrinar a otras tierras... harto me pesa” – sus correrías no habían pasado más allá de Morelia, Puebla y Querétaro, de modo que cuando se le presentó la oportunidad de oro para navegar por el golfo aceptó gustoso... aunque nunca antes había siquiera visto el mar y a pesar de que a la postre acabaría poniendo dinero de su bolsillo.

Así pues, el virrey nombró jefe de la expedición al capitán Andrés de Pez, un conocido de Sigüenza y hombre de cierta influencia en la corte, quien ya había participado en dos comisiones previas a la bahía de Pensacola. Y a Sigüenza, en su carácter de “cosmógrafo real”, el conde de

Galve lo hizo responsable de la parte científica, dándole instrucciones de hacer un reconocimiento minucioso del lugar; realizar observaciones antropológicas, hidrográficas, astronómicas; levantar cartas de las bahías de Pensacola y Mobile y reconocer la desembocadura del río Mississippi. Debía sugerir los sitios propicios para establecer el asentamiento de pobladores, y una fortaleza, así como ponderar la factibilidad de instalar allí un astillero. En fin, debía prever la permanencia de los colonos en la bahía de Pensacola, del Espíritu Santo o, como la rebautizó el criollo, de Santa María de Galve, en honor del virrey, conde, amigo y protector suyo. Esta expedición también calibraría el peligro francés en la región.

Este viaje, al estilo de las expediciones político-científicas del siglo XVIII, aunque con metas quizá más modestas, zarpó de Veracruz en la fragata llamada Nuestra Señora de Guadalupe, en una balandra de guerra y una falúa, con 124 hombres y provisiones para dos meses. Muy contento debió estar Carlos de Sigüenza cuando el 25 de marzo de 1693 vio desamarrar los barcos y levar sus respectivas anclas del puerto de Veracruz, iniciando así, a sus 47 años, su primera y única exploración científica, la cual tuvo una duración de casi dos meses, pues concluyó el 15 de mayo de 1693.

Como fruto de su comisión Sigüenza y Góngora redactó y entregó al virrey Gaspar de la Cerda una *Descripción...*, una *Relación...* con una síntesis o recopilación anexa, una “carta” y posteriormente un “parecer” que, junto al *Memorial...* de 1689, hacen un total de cinco documentos sobre Pensacola, los aquí revisados, sin contar los mapas o testimonios cartográficos que, por cierto, han sido publicados por los historiadores estadounidenses William Edward Dunn y Elizabeth Howard West.

Lo que más me interesa subrayar en este texto es la información científica generada por este viaje de la centuria decimoséptima y, en particular, la aportada por el cate-drático de la Real y Pontificia Universidad de México.



Portada del Regimiento de navegación, de Andrés García de Céspedes (Madrid, 1606). Tomada de Francisco José González, *Astronomía y navegación en España, siglos XVI-XVIII*, 1992.

Regimiento de  
Siguese la figura de la Ballestilla, con  
su tranfuerario.

**L**a Vara, a b, ha de ser muy derecha, y de buena madera, como de peral, o setual, para que se pueda bien medir y graduarse y el tranfuerario, e d, ha de correr muy justo por la vara, a b, y que haga angulo recto con ella.



Figura y representación de una ballestilla, incluida en el tratado de Andrés García de Céspedes (Madrid, 1606). Tomada de Francisco José González, *Astronomía y navegación en España, siglos XVI-XVIII*, 1992.

## Ciencias naturales

**B**ien sabido es que Carlos de Sigüenza y Góngora poseía en su tiempo una de las mejores bibliotecas de México, y en vista de sus múltiples intereses, no extraña que poseyera volúmenes relativos al conocimiento de la naturaleza, como puede constatarlo la lectura de su testamento:

...mando se les entregue a los Padres [jesuitas] todos los libros pertenecientes a Cosas de Indias, así de historias generales...como de cosas morales, naturales, medicinales de ellas...

Por lo que toca a las observaciones botánicas de la bahía de Pensacola, Sigüenza hizo un registro de numerosas especies que crecen a cierta altura, con cierto clima, gozando de mucha o poca humedad, ya se trate de plantas silvestres o plantas domesticadas. Usó el nombre común de las plantas; no las agrupó ni trató de clasificarlas, simplemente elaboró un inventario de ellas, que es el siguiente: nopales con tunas, palmitos “como los de Andalucía”, juncos, laureles, pinos, robles, sabinos, encinos, cipreses, jaguas, copeyes, tepeguajes, barias, árboles con bellotas, nogales de los cuales distingue dos especies, castaños, avellanos, ciruelos “...y otros con flores, no conocidos, a que es fuerza correspondan diversos frutos”. Sobre esto último insiste, al explicar que no tuvo la oportunidad de ver los frutos de varias plantas, sólo sus flores, ya que estuvieron en el lugar en plena época primaveral. Obviamente, Sigüenza tuvo siempre como punto de referencia sus conocimientos elementales de botánica, así como su conocimiento visual de la flora del centro de México. Por ello, establece la siguiente comparación:

Observé aquí un árbol con las flores parecidas a las de xocopa de Nueva España, que son mayores que las del laurel de Castilla, y en él flores blancas como jazmines, pero más gruesas, con un pezoncillo como el de xolosúchil y seis hojas. Creo [que] excede a todas las flores que yo he visto en suavidad y fragancia...

Desde luego, sus observaciones naturalistas responden no al mero placer de difundir el conocimiento sobre la existencia de especies conocidas o desconocidas, sino a la necesidad de informar sobre aspectos pragmáticos, como era el de apuntar las ventajas con que podrían contar los pobladores potenciales de la zona para sobrevivir desahogadamente, e incluso se apuntó cuando las tierras eran buenas para la agricultura.

Sigüenza pudo descubrir en Pensacola morales con sus capullos de seda, que presumo serían silvestres. Vio infinidad de parras con racimos de agraz de muchos granos, ¿llevarían acaso allí las primeras semillas los españoles del siglo XVI? En su *Memorial*, Sigüenza adelantaba que la gente que colonizara Pensacola podría incluso producir su propio vino, logrando con ello múltiples ventajas económicas. Vio también calabazas, maíz y raíces comestibles, así como abundancia de zarzamoras que, por cierto, los expedicionarios comieron con mucho deleite. En sus caminatas, también registró el criollo numerosas hierbas olorosas, como el poleo, el toronjil y “...diversísimas y extrañas flores”, nunca antes vistas por él.

Era igualmente fundamental hacer una relación de los árboles de la bahía y sus alrededores, a fin de estudiar la factibilidad de construir un astillero en Pensacola; así, en un arranque de entusiasmo, el criollo Sigüenza manifestó que dada la riqueza forestal del lugar podrían establecerse allí no uno sino hasta ¡diez astilleros!

La zoología tuvo el mismo enfoque de la botánica. Las observaciones sigüenzianas pretendían demostrar que abundaban allí los animales comestibles que harían la vida más grata en el lugar y, de hecho, ya había asentados allí pobladores indígenas que los disfrutaban.

En aquella región costera del Golfo de México abundaba la pesca, tanto en el mar como en los ríos; he aquí los ejemplares mencionados: chernas, curbinas, pargos, bacalaos, picudas, sargos, jureles, lisas, esmedregales, sábalo, zafios, lenguados, sierras, dorados, sardinas. También menciona tortugas –que presumo de agua salada– y ostiones, que había en grandes cantidades. Es evidente que el cosmógrafo enriquecía sus apuntes con información obtenida de sus compañeros, pues él, que hasta 1692 había

pasado toda su vida en el centro de México, no podía saber, por ejemplo, los nombres de todos estos peces.

En cuanto a aves marinas, Sigüenza tomó nota de las gaviotas, alcatraces y otras. Especialmente en la desembarcadura del Mississippi había tantas, que de noche impedían conciliar el sueño por el gran estruendo que hacían. Entre las aves de tierra adentro de la bahía encontramos perdices, pavos reales y de las Indias, es decir guajolotes, ansares, patos, gallaretas, garzas, chorlitos “...y muchas otras”. En tanto, los cuadrúpedos enumerados en su diario de viaje son: venados, conejos, castores, y nutrias. Los expedicionarios vieron huellas de tigres o leones, que tal vez se tratara más bien de gatos monteses o pumas, así como de cíbolos. Sigüenza vio perros, al parecer domesticados por los indios, y en una curiosa nota del científico se lee que observó con toda paciencia el trabajo de parto de una perra. En las costas de Pensacola se vieron también caimanes y se cazaron varios animales, cuyas pieles llevaron al virrey de Nueva España, entre ellos cíbolos, martas, zorros, nutrias, “sevellinas”, castores y “...otras bien extrañas”.

Por lo que respecta a litología, el criollo mexicano refiere haber visto piedras pesadísimas de color del hierro y con pintas rojas, otras, esponjosas y menudas, estas últimas, buenas para construcción. Le llamó la atención el suelo de tipo “barrial”, es decir, de barro, que se asemejaba al tepetate de la Nueva España, el cual –explica Sigüenza– “...degenera en piedra”, aunque el de Pensacola era de una calidad más arenosa y de menor consistencia. Recoger estos datos tenía como finalidad saber con qué materiales de construcción se disponía en aquella región. Sigüenza estimó que sería fácil levantar allí fortalezas y demás edificios con estos elementos, y con la cal, “bonísima” que se obtendría moliendo las conchas de los ostiones.

Sigüenza y Góngora opinó que el sitio apropiado para fundar la colonia era justamente el que ellos llamaron El Robledal. Había pues materia prima para hacer los adobes y ladrillos, sobraba el barro, las piedras, la arena y la cal. En las dos puntas que abrazaban la entrada de la bahía de Santa María de Galve se acomodaría los baluartes con sus respectivas baterías y se erigiría una fortaleza de



*Mapa de México y de la Florida..., de Guillaume Delisle (París, 1745). Grabado, 47.5 x 64.5 cm, perteneciente a la colección de los señores Jenkins Garret, de Fort Worth, Texas. Tomado de James C. Martin y Robert Sidney Martin, Map of Texas and the Southwest, 1513-1900, 1984.*

planta pentagonal; y, a falta de tierra, en caso necesario se recurriría, como en otras partes de las Indias, a las "piedras y tepes".

### Antropología

Desde fines del siglo XV los españoles procuraron, bien por iniciativa propia o por órdenes superiores, recoger información sobre las Indias, y ello incluía a menudo datos de tipo antropológico o etnológico. Esto se hacía no sólo para calmar la curiosidad de los eruditos, sino para calcular la población evangelizable y la mano de obra potencial, para saber hasta qué punto los grupos humanos nativos harían la guerra a España o colaborarían con ella para engrandecer al imperio, etc. En el caso concreto de Carlos de Sigüenza, le fueron solicitados estos datos para saber qué tan útiles





*Tabula Mexicae et Floridae...*, de Peter Schenk (Amsterdam, 1722). Grabado, 47 x 61 cm, que se encuentra en el Museo de Historia San Jacinto, de Houston, Texas. Tomado de James C. Martin y Robert Sidney Martin, *Map of Texas and the Southwest*, 1513-1900, 1984.

podrían ser los indígenas de Pensacola para el rey “hechizado”. Pero Sigüenza no pudo dar muchas noticias al respecto, ni pudo informar nada acerca de su físico o de su forma de vida; a grandes rasgos, sólo afirmó que los nativos de esta costa pescaban, cazaban y se ocupaban de faenas agrícolas (siembra) durante la primavera. En efecto, el capellán apenas pudo percibir a la distancia a los indios del lugar; a veces, sólo sus fogatas o sus huellas. Pero sí tuvo oportunidad de ver sus casas, construidas de corteza de pino, que al estilo del Caribe las llamó bohíos.

Tan pronto vieron a los visitantes de la Nueva España, sin excepción, los indios de Pensacola huyeron aterrorizados. En las incursiones que hicieron a sus caseríos encontraron objetos de uso cotidiano como ruecas, peines, plumas, azadones, y en cierto lugar vieron tal cantidad de artículos que lo llamaron “el baratillo”, pues les recordó el famoso mercado capitalino. Se recogieron muchos objetos, que se remitieron a la autoridad virreinal y quizá, más tarde, fueron enviados a la corte metropolitana. He aquí lo que al respecto escribió el matemático mexicano:

No quedó piel de nutria, castor, gato montés, venado, cibola piedra besuar de las que hallamos en los lugares en que estaban los Indios, granos de maíz, pepitas de calabaza, plumas de pájaros, hojas de árboles, raíces de yerbas, pellas de barro, piedras, arena, lana hilada, conchas, caracoles, castañas, bellotas, nueces que no traxera conmigo para presentárselas al Excelentísimo señor Conde de Galve, para prueba de mi cuidado.

De haberse hecho este viaje unos sesenta años más tarde, estas colecciones naturalistas y etnológicas hubiesen sido destinadas al Real Gabinete de Historia Natural y al Real Jardín Botánico de Madrid. Los españoles dejaron cuchillos y bizcocho de obsequio, pero sólo obtuvieron a cambio una respuesta tímida; los indios les dejaron una piel, que testimoniaba su agradecimiento, pero nunca aparecieron, ni en son de paz, ni en son de guerra.

Con toda honestidad, Sigüenza explicó al virrey conde de Galve que: “No habiendo conseguido hablar a los indios, no puedo decir qué natural tengan ni cuáles serán sus costumbres...” Como dato curioso cabe añadir que en la segunda mitad del siglo XVIII, un grupo de estos indígenas fue traído a Veracruz, supuestamente con fines cristianos y protectores.

#### Astronomía, cartografía, hidrografía, náutica

Desde a los variados conocimientos del sabio de México, las mayores expectativas respecto a su tarea se centraban en su posible contribución a la geografía, y particularmente a la cartografía. En principio debió elaborar los mapas de la bahía de Pensacola y del puerto de Mobile a los que incorporaría datos hidrográficos como el sondaje y la anotación de ríos existentes en la costa. Estos datos serían de gran utilidad para saber de cuánta agua potable se podría disponer, planear su aplicación a la agricultura, y quizá, para aquilatar la posibilidad de ser usados como vía fluvial, así como para tener datos adicionales de reconocimiento en el caso del marino que se aproximase a ese litoral.

Es oportuno hacer notar que a Sigüenza le interesaba sinceramente la náutica; recordemos que escribió con gran interés y agrado *Los infortunios que Alonso Ramírez natural de Puerto Rico padeció... en las Islas Filipinas... hasta parar en la Costa de Yucatán...* donde el tema de la navegación es primordial; tampoco es gratuito que mantuviera correspondencia con Juan Cruzado de la Cruz, piloto de la Casa de Contratación de Sevilla. Es muy probable que haya conocido los principales textos de navegación de los siglos XVI y XVII, pero lo que sí sabemos es que durante el desplazamiento de Veracruz a Pensacola estuvo muy cerca del timonel, de las brújulas y de los mismos pilotos, pues tomó nota de los vientos, de los rumbos y de las vicisitudes de aquella navegación golfeña. Por ejemplo, el 27 de abril, a bordo de la fragata de Nuestra Señora de Guadalupe, escribió que viajaban “...siguiendo el rumbo cuarto sudoeste hasta la cuarta ampollita del cuarto grande”: es decir, indicaba el rumbo seguido conforme a una carta de navegar, y por cuanto tiempo se mantuvo esa ruta.

Sigüenza debió embarcar bien provisto de papel, lápices, pluma y tinta, un sextante u otro instrumento para medir la latitud o altura del sol, y un antejo o lente. Por su testamento sabemos que poseía: “...un estuche de instrumentos mathematicos hecho en Flandes, con un libro manu Escripto de su Explicación...Y ...un antejo de larga vista de quatro vidrios que hasta ahora es el mexor que ha venido a esta Ciudad y me lo vendió el Padre Marco Antonio Capus en ochenta pesos”, el cual guardaba celosamente en un elegante estuche que le costó doscientos pesos.

Ocasionalmente nos refiere su *modus operandi*; tal es el caso, cuando a fines de abril de 1693 entre Cayo Mosquitos y Cayo San Diego “Observóse la altura del sol (por donde se iba al oeste cuarta al sudoeste al punto del mediodía) y fue de 29 grados y 35 minutos...” Posteriormente, en el Cayo San Miguel, sus cálculos arrojaron un resultado de 29 grados y 27 minutos. Recordemos que fijar la latitud no era problema en ese siglo, no así la longitud, que sólo pudo determinarse satisfactoriamente hasta la segunda mitad del siglo XVIII, en buena medida, gracias a los cronómetros marinos

El 9 de abril de 1693, el capellán del Hospital del Amor



*Carlos de Sigüenza y Góngora.*

de Dios se ocupaba, junto con algunos compañeros, de hacer el levantamiento cartográfico de Pensacola, y menciona el trabajo de equipo realizado por él y por los pilotos Pedro Fernández Cenrra, Diego Montes y Jacinto Núñez de Laorca. Explica que "...se observaron los ángulos con instrumento exacto desde sus extremos..." y al cabo de estas operaciones obtuvieron un resultado de 3000 varas para el punto más ancho de la bahía (mide unos 50 ó 55 kilómetros). Uno de los objetos de esta medición, aparte de los meramente geodésicos, era saber los efectos que podría tener la artillería en caso de fortificarse los extremos. Las sondas o mediciones para conocer la profundidad del fondo del mar dieron una variación de 1 a 8 bra-

zas, hallando una arena blanquísima en el lecho de la costa.

De la Mobila, Carlos de Sigüenza y Góngora no pudo sacar mapa porque el almirante Pez, jefe de la expedición, quizá por competitivo o por envidioso, se lo impidió. En dicho sitio, Pez solamente tuvo a bien mandar a un grupo de pilotos en la falúa –una embarcación de poco calado que podía aproximarse a la playa– para medir las profundidades costeras. Valiéndose de un escandallo se hacía el sondaje, con el fin de averiguar hasta dónde podían entrar los barcos de cierto tonelaje. Así pues, en Mobila "...sólo se sondó la barra", y Sigüenza resume su labor cartográfica de esta manera:

Acompaña a este informe el diseño que se pide hecho con suma precisión y vigilante cuidado y asegurando el que siempre que se examinase se hallara uno mismo así en el arrumbamiento de sus puntas y ensenadas, como en las distancias de unas a otras, braceaje de todo él y posición de sus ríos.

Sí, se encontraron arroyos y tres ríos importantes, que bautizaron con los nombres de Almirante, Jordán y Jovenazo, para honrar a los miembros de la expedición, así como a un importante noble de España. Otros nombres se pusieron para preservar la memoria de varios compañeros de aquella aventura exploradora, como los de punta de Luján, de Vivero, de Agüero, Golfo de Villafranca, Estero de Aramburú. Como ya se dijo, la bahía se bautizó Santa María de Galve, en homenaje al virrey que entonces gobernaba la Nueva España, y el mismo sabio criollo tuvo su Punta de Sigüenza, pero lamentablemente no toda esta toponimia castellana se ha preservado hasta nuestros días. Carlos de Sigüenza también se esforzó por retratar la geografía, el paisaje de los sitios visitados y, así, fue describiendo la existencia de ríos, lagunas, esteros, barrancas, médanos, etcétera.

En cuanto al río Mississippi, río Colbert o río de la Palizada, el estudioso Irving A. Leonard reprueba la poca agudeza de los expedicionarios españoles de 1693, quienes no se percataron de su importancia al llegar a su desembocadura. Al respecto, Sigüenza escribió:

Admirándonos de que viniese a parar en esto la fama y celebridad de tan grande río...

En efecto, no ponderaron con acierto su importancia, su magnitud geográfica, y desde luego esto fue un grave error, pero valga no como disculpa, sino como paliativo, que al llegar allí se toparon con mal tiempo, el cual, aunado a la cantidad de troncos que arrastraba la corriente, no sólo ponía en peligro sus barcos sino que también les impidió remontar el Mississippi; además, recordemos que el mismo caballero de Lasalle, francés que ya lo había explorado antes que esta expedición española, cuando

regresó a la región al cabo de un tiempo, ya no pudo encontrarlo.

Aparte de su comisión científica, Carlos de Sigüenza y Góngora fungió como capellán de la expedición. A él le tocó officiar la misa de acción de gracias que el 25 de abril se organizó justo en la punta de su nombre, la Punta de Sigüenza. Allí se realizó una ceremonia cívico-religiosa, que incluyó cañonazos, para solemnizar su llegada a la bahía de Pensacola. Todavía a finales del siglo XVIII se efectuaban tomas de posesión para España y eran ciertamente complicadas.

Sigüenza no aporta datos para conocer los problemas sanitarios que afrontó este viaje. Sólo menciona la muerte del artillero Antonio López a bordo de la fragata Nuestra Señora de Guadalupe. En todo caso, su misión más bien fue breve, no tuvieron problemas de comestibles ni de agua potable, y al parecer tampoco hubo accidentes ni ataques de animales.

Al término del viaje, Sigüenza manifestó su satisfacción por haber cumplido con decoro la encomienda virreinal, pues en su opinión se demostró que Pensacola quedaba inscrita dentro del Seno Mexicano y que la navegación a ese punto desde Veracruz era muy fácil y corta, porque sólo tomaba siete días llegar allí, aunque a ellos les tomó trece debido al mal tiempo.

#### ¿Una exploración inútil?

Sigüenza y Góngora se encontraba tan entusiasmado con su hallazgo geográfico que no estaba dispuesto a que éste se desperdiciara. Y sabiendo que el hecho de no haber encontrado asentamientos franceses daría confianza a las autoridades metropolitanas, sugirió al conde de Galve el 4 de junio de 1693 –por escrito– que enviase de inmediato de la Nueva España al Robledal 50 hombres, preferentemente de oficios útiles como herreros y carpinteros, con armas y bastimentos suficientes para medio año. El barco que los condujera debía permanecer anclado en la bahía, a fin de que no quedaran aislados. Y mientras arribaban colonos españoles e isleños de las Canarias, podrían suplirlos novohispanos de Puebla, de Veracruz y

demás provincias. Sigüenza también sugirió aliarse con los indios del lugar, para hacer más expedito el poblamiento. Más tarde, estos nativos serían debidamente evangelizados por religiosos o seculares pues, señala el criollo, eso era "...lo primero". La empresa debía ser apoyada por el gobernador de la Florida con hombres españoles e indios pensacolos, así como con ganado y bastimentos. Esto tenía también como objeto arraigar y fortalecer la conexión entre Pensacola y la Florida.

A fin de proteger el establecimiento, debía remitirse allí cierto número de soldados y artilleros, claro está, bien pertrechados de mosquetes, cañones, pólvora, balas y municiones, mientras que un ingeniero militar dirigiría la construcción de una fortaleza. En opinión de Sigüenza, un hombre "diligente e inteligente en el arte militar" debía encabezar y coordinar los esfuerzos de todos estos pobladores, pues era la única manera de asegurar el éxito del proyecto.

No obstante, las autoridades españolas omitieron tomar las providencias necesarias que requería una colonización inmediata, cual lo pedía, o casi exigía, el sabio de México, que muy bien conocía la intrincada burocracia española y la desidia de los políticos. Para colmo, un personaje mediocre y de poca visión, llamado Andrés de Arriola, queriendo hacerse notorio descalificó la información recopilada en 1693. A su llegada de Pensacola pasó al virrey de Nueva España un dictamen negativo del lugar, lo cual no sólo irritó sino que exasperó a Sigüenza, ya que a la vez que desautorizaba su apreciación y su trabajo científico, oponía un obstáculo adicional a la pronta ocupación del lugar. La confrontación con Arriola estuvo a punto de lanzarlo de nuevo a los mares del Golfo de México (1699), pero ya estaba muy enfermo y no se movió de la ciudad de México.

En efecto, fue en 1698, estando ya al cargo del virreinato José Sarmiento y Valladares, conde de Moctezuma y Tula (1696-1701), cuando se discutió nuevamente la conveniencia de poblar Pensacola. Sigüenza fue invitado a comparecer ante una junta, y para entonces ya se sabía que el marqués de Chateau Morant realizaba una investigación hidrográfica en la bahía, y que pronto sería apo-

yado por barcos franceses procedentes del Canadá. Tras un imperdonable retraso de cinco años, se comenzó finalmente a poner manos a la obra y se enviaron hombres a poblar y fortificar el lugar. Poco antes de morir, Sigüenza y Góngora, a quien el asunto no le era indiferente, solicitó al conde de Moctezuma, en un escrito fechado el 9 de febrero de 1699, que asegurara el joven establecimiento, pues conocía de buena fuente que se necesitaba comida, ya que un incendio había consumido los víveres llevados de Nueva España. Así, urgía enviar bizcocho, barricas de aguardiente, sal y artículos útiles tales como ollas y sartenes, metates para moler el maíz, ropa, petates, chinchorros para pescar, así como filosas sierras. Incluso pedía la remisión de obreros de Chalco, de Xalatlaco, de Perote o Atlacomulco, para que enseñaran a los colonos a fabricar techos de tejamanil. También era urgente enviar de Veracruz a un cirujano bien capacitado, ya que el que se hallaba en Pensacola "...ignora lo mismo que ejerce..."

Tal como lo vaticinó el criollo Sigüenza, España no fue la única dueña del litoral norte del Seno Mexicano. Francia fundó la Luisiana, aprovechó y controló la vía fluvial del Mississippi y en 1699 atacaba el recién fundado asentamiento de Pensacola.

#### Veracruz, Campeche y la isla española

Finalmente cabe señalar que los documentos referentes a Pensacola no son los únicos escritos de Sigüenza y Góngora que se refieran a la zona del Golfo de México y el Caribe. El 31 de diciembre de 1695 terminó la redacción de un interesante *Dictamen* sobre el trabajo técnico realizado por el ingeniero alemán Jaime Franck en la fortaleza de San Juan de Ulúa, tendente a mejorar el sistema defensivo de esta construcción, fundada hacia 1570. En 1683, la plaza fue atacada y saqueada por el famoso pirata Lorencillo y otros maleantes que le acompañaban, y tres años más tarde, el fuerte de San Juan se reportó en estado ruinoso. El conde de Galve, siempre preocupado por el sistema defensivo de la Nueva España, envió al experimentado Franck a Veracruz, a fin de que arreglase el muelle e hiciera del edificio en cuestión

una obra funcional. Pero su obra fue objetada por un ex discípulo suyo llamado Manuel Joseph de Cárdenas. Sigüenza y Góngora intervino en la disputa a favor del extranjero y haciendo mofa de la ignorancia e insensatez de Cárdenas (según él, con conocimientos más bien de tramoyista, o de lector de libros caballerescos), quien incluso merecía un castigo por cuestionar el trabajo de un profesional respetable, a quien angustió innecesariamente y, además, por quitar el tiempo a las autoridades y a él mismo.

Sigüenza y Góngora tuvo ocasión de conocer San Juan de Ulúa en 1693, y según el historiador Leonard, se desplazó nuevamente a Veracruz para evaluar el trabajo de ingeniería. En su dictamen hizo gala de sus conocimientos de arquitectura militar; manejaba apropiadamente la terminología especializada y poseía libros sobre el tema, profusamente ilustrados, pues estaba dispuesto a mostrar decenas de estampas para defender su idea de que era conveniente construir medios baluartes en la fortaleza. Ubicó perfectamente a San Juan de Ulúa en su contexto geográfico y llegó a la conclusión de que éste era inexpugnable, no tanto por su arquitectura sino porque había sido construido en un arrecife. Veracruz era la entrada al reino de la Nueva España y el punto por donde ésta se conectaba con el Caribe y con Europa, de modo que resultaba primordial contar con una buena obra arquitectónica que defendiese tan vital plaza de las Indias.

Por otra parte, Carlos de Sigüenza y Góngora procuró mantenerse siempre bien informado sobre los acontecimientos que amenazarán la integridad del imperio hispánico en el Seno Mexicano y en el Caribe. Por ello, escribió sobre la necesidad de defender las costas de Campeche de las incursiones de los ingleses que llegaban hasta allí para robar el palo de tinte o palo de Campeche.

También escribió dos textos sobre la actividad de la Armada de Barlovento en el Caribe, uno de ellos titulado *Trofeo de la justicia española en el castigo de la alevosía francesa...* y el otro, *Relación de lo sucedido a la Armada de Barlovento a fines del año pasado, y principios de este de 1691...*, en los cuales reseña la victoria que las armas españolas obtuvieron contra los franceses en la Isla Española entre 1690 y 1691.



## Conclusiones

Gracias al viaje emprendido en la fragata de Nuestra Señora de Guadalupe en 1693, Sigüenza se salva de ser clasificado como sabio de gabinete. De hecho, su misión en Pensacola constituye una de las actividades de las cuales se sintió más orgulloso en su vida, y a mi parecer, generó uno de los textos más originales que escribió, pues son fruto de su observación directa *in situ*.

Así como Kino tuvo ocasión de estudiar la conexión geográfica entre Sonora y California, a Sigüenza se le dio la oportunidad de participar oficialmente en una expedición que tuvo por meta el estudio de la costa comprendida entre la bahía de Pensacola, situada en el extremo oeste de la Florida continental, y la desembocadura del río Mississippi. Su mapa general de la Nueva España, pese a ciertas deficiencias, sirvió de base a los ilustrados como Alzate y Ramírez, y de igual forma aunque de manera más modesta, su labor cartográfica y su descripción de esa zona fueron de los pocos trabajos con los que se contó hasta el advenimiento de la “navegación científica”, cuando los marinos José de Evia y Ciriaco Cevallos, entre otros, realizaron el levantamiento cartográfico del norte del Golfo de México a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Por otra parte, la información recopilada en 1693, constituye un testimonio muy valioso (antropológico, botánico, zoológico, geográfico, político...) de la región, que sin duda motivó, aunque con retraso, a su toma de posesión por parte de España. Fue, pues, su aventura marinera e intelectual en el Seno Mexicano, uno más de los frutos científico-políticos de Carlos de Sigüenza y Góngora, una de las figuras señeras de la historia cultural de nuestro país.





---

# El fin de la historia natural

HORACIO DE LA CUEVA SALCEDO

---

*Que la ciencia y el arte son productos del comportamiento humano es un truismo, pero no por ello inconsecuente. El problema de "estilo" y "teoría" puede, por ejemplo, estar entre los muchos precios que tenemos que pagar por ignorar lo obvio.\**

*T.S. Kuhn<sup>5</sup>*

# L

## Introducción

A UNICIDAD DE LA CIENCIA SIEMPRE HA SIDO UN FIN IMPORTANTE para los filósofos e historiadores, y una meta utópica para los científicos; pero un fin aún más ambicioso ha sido la unidad de los conocimientos humanístico y científico.

Las ciencias y las artes son expresiones del conocimiento humano y reinterpretaciones de la naturaleza, lo que difieren son sus métodos. Si no fuera así, esta diferencia admitiría lo que más tememos al indagar sobre nuestra forma de entender el mundo: la perspectiva del universo, acotada por nuestra imaginación y nuestras capacidades para interpretarlo; estas son nuestras limitantes y no la naturaleza real de lo que estamos observando y plasmando.

---

\* Las traducciones son del autor del artículo.



En el libro *Consilience*, de E.O. Wilson,<sup>8</sup> creador de la sociobiología<sup>6</sup> e impulsor del concepto y de la protección de la biodiversidad,<sup>7</sup> éste propone una solución a la unidad del conocimiento humano, a la cual llama *consilience*, que aquí propongo traducir como conciliación. La propuesta de Wilson en su obra es ambiciosa. Si resulta cierta, una parte importante de las preguntas y los quehaceres de filósofos, humanistas y artistas se sometería a la explicación biológica y materialista de las formas del conocimiento y el quehacer humano. Por ello, es necesario evaluar si la explicación total del conocimiento que plantea Wilson es lógica, realizable y, sobre todo, sustentable ante criterios científicos. El autor se basa en ideas de biología y evolución para refrendar su propuesta, y como biólogo, yo trato de evaluar esta última.

¿Qué es esta conciliación? Wilson la explica así (p. 8):

*Conciliación es la clave de la unificación. Prefiero esta palabra a “coherencia”, pues su rareza (en inglés) ha preservado su precisión, mientras que coherencia tiene muchos significados posibles, solo uno de los cuales es conciliación. William Wheweel, en 1840, en su síntesis The Philosophy of the Inductive Sciences fue el primero en hablar de la conciliación, literalmente como un “salto simultáneo” del conocimiento por la conjunción de hechos y teorías basadas en hechos a través de disciplinas para crear un plano común de explicación.*

¿Qué pretende demostrar el libro de *Consilience*? (p. 8):

*... La empresa más grande de la mente siempre ha sido y siempre será el intento de conectar las ciencias y las humanidades. La fragmentación concurrente del conocimiento y el caos resultante en filosofía no son reflejo del mundo real, sino artefactos de la academia (scholarship). Las propuestas originales de la Ilustración son favorecidas cada vez más por la evidencia objetiva, particularmente la de las ciencias naturales.*

Para entender cómo explica Wilson que llegarán a (re)

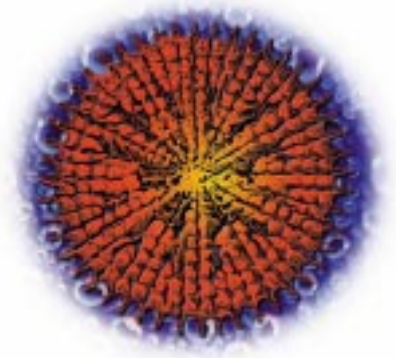
unirse las humanidades y las ciencias es necesario apreciar, cuando menos parcialmente, el trabajo que se está realizando en biología y evolución. Podemos suponer, con una concepción simplista pero útil del proceso evolutivo por selección natural, que toda especie que existe, ha existido o existirá evolucionando a partir de otra, cuya población sufrió un proceso de selección natural, en el cual los organismos mejor adaptados a las condiciones prevaletantes en el medio de ese entonces dejaron el mayor número de supervivientes. Esta supervivencia diferencial de organismos genética y funcionalmente diferentes de sus antecesores da origen, con suficiente tiempo y modificaciones, a nuevas especies.

Se ha propuesto una serie de mecanismos de evolución por selección natural que explican todas las características y comportamientos de organismos de toda talla, de virus a ballenas, pasando por hongos y plantas. En este talante, Wilson busca en *Consilience* una explicación evolutiva para el ser humano y, por ende, nuestro entendimiento de la naturaleza. Como idea la propuesta es interesante, pero como hipótesis científica debe tener la fuerza suficiente como para poder predecir con exactitud qué debemos observar en la naturaleza y ser lo suficientemente estrictos para no validar con igual facilidad dos o más resultados contradictorios.

#### Naturaleza contra crianza

La interpretación de la evidencia del origen evolutivo de ciertas características humanas como la inteligencia, el lenguaje o la fe religiosa ha dado lugar a dos escuelas de pensamiento que, en ocasiones, se han acusado mutuamente de prejuicios políticos e ideológicos: aquellos que proponen un origen exclusivamente genético contra otros que plantean un aprendizaje influenciado por el ambiente en el que se desarrolla cada individuo. Bajo este esquema simplista, el primer grupo argumentaría que la inteligencia simplemente se hereda, mientras que el segundo caso presentaría la necesidad de crear un ambiente propicio para el desarrollo pleno de ésta.

En *Consilience*, Wilson provee una solución “natu-



ral” a nuestra humanidad, que invoca la genética como causa de la unidad del conocimiento. La unidad no es dada por elementos comunes hasta ahora desconocidos entre ciencias y humanidades y perdidos por la cultura posmoderna. El fin de la búsqueda de la historia natural se da por lo que todos compartimos en nuestra biología, lo común de nuestros genes, sus acciones y consecuencias.

Para Wilson, la forma en la cual conocemos el universo es mediada por los genes y por las reglas epigenéticas que surgen de la conversión de éstos en proteínas, así como las propiedades físicas, químicas y biológicas de las últimas. El gen es un mensaje digital codificado en el ácido desoxirribonucleico (ADN) presente en los cromosomas de cada célula, y es transcrito a una cadena de aminoácidos que a su vez forman proteínas, moléculas de estructura tridimensional compleja que lo mismo forman enzimas (catalizadoras de reacciones bioquímicas en las células), que hormonas (reguladoras de la fisiología corporal), cloroplastos (donde se realiza la fotosíntesis), o las estructuras móviles de los músculos. Las reglas epigenéticas están dadas por los resultados de la transcripción de los genes.

La extensión lógica de este proceso de formación de aminoácidos es que los productos de la transcripción del ADN y sus posibles interacciones tienen como consecuencia no sólo la fisiología de los organismos, sino también las características, comportamiento y estrategia evolutiva de todo ser vivo.

Surge así el concepto de reglas epigenéticas, mismas que no están definidas en los genes, pero que emergen como resultado de la cadena de eventos que se origina con la formación de los aminoácidos y las proteínas. Los resultados de las reglas epigenéticas son una consecuencia de la selección natural, ya sea sobre los organismos o los genes mismos. Estas reglas que surgen de un nivel menor de complejidad (el ADN), no pueden ser explicadas en su totalidad ni predichas por este nivel inferior.

La relación que se da entre lo genético y lo epigenético ha sido utilizada por Wilson para invocar reglas y funciones que pueden regular lo mismo el color de las hojas y flores, los niveles de las hormonas y la agresividad,

que determinar la capacidad de crear obras maestras o de poseer tendencias democráticas.

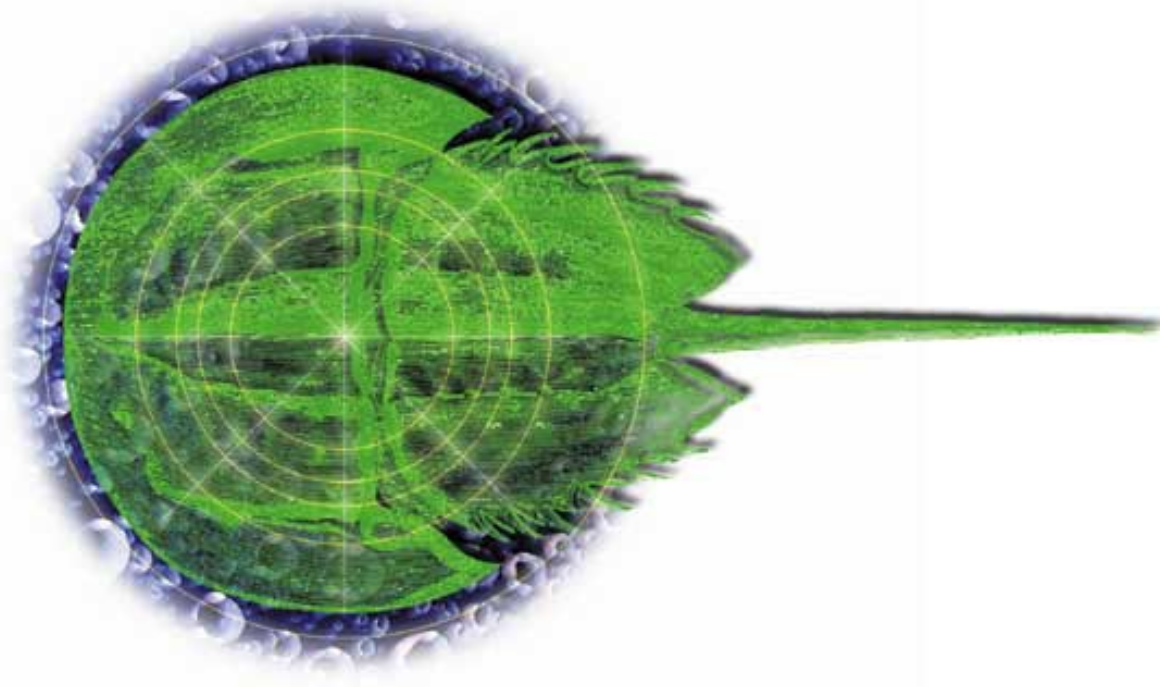
Tal vez sorprenda a los estudiosos de Wilson que un reduccionista tan estricto como lo es el creador de la sociobiología invoque propiedades emergentes de forma tan descuidada; así, el problema de la unidad del conocimiento, la conciliación, ha sido resuelto invocando reglas epigenéticas que no son ni explícitas ni predichas por nada ni por nadie. Sin embargo, todo puede ser explicado por los genes y sus consecuencias epigenéticas.

#### Explicaciones y paradigmas biológicos

¿Tiene la biología, como ciencia que estudia la evolución de los organismos, las capacidades explicativas y predictivas necesarias para comprender el conocimiento humano? Para entender un poco cómo creemos que funciona la biología es necesario hablar de la que posiblemente sea una de las palabras más sobreutilizadas en la comprensión del conocimiento científico, la de paradigma.

En *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn<sup>4</sup> usa el término paradigma cuando menos en dos sentidos.<sup>5</sup> En el más amplio y difundido, el paradigma es la idea central alrededor de la cual trabaja una ciencia. El ejemplo utilizado por Kuhn para ilustrar el uso de este concepto es el paso de la idea kepleriana del universo geocéntrico a la noción galileana de un sistema heliocéntrico y las consecuencias de este cambio de paradigma en predicciones astronómicas, así como nuestro entendimiento del universo y de nosotros mismos.

Kuhn<sup>4</sup> también usa el término de paradigma en un sentido más estrecho, en el que funciona como un verbo, cuya conjugación sirve de modelo para todos aquellos que posean la misma terminación. Brincar sirve como verbo paradigmático para todos los regulares de la primera terminación: brinco, brincas, brinca... En este sentido paradigma en la ciencia es un protocolo bien establecido que se emplea para confirmar casos particulares de una teoría establecida. Aquí, cambiar de paradigma sería establecer otro protocolo experimental con un nuevo instru-



mento para medir una variable desconocida –la medición de las radiaciones en algunos elementos de la tabla periódica sólo se pudo dar con instrumentos y materiales sensibles a éstas.

¿Hay paradigmas en la biología y en la evolución? A este respecto se postulan varias causas evolutivas, siendo las más importantes la selección natural, la selección sexual y las contingencias. Los posibles paradigmas de tiempos y formas bajo los cuales se dio el proceso evolutivo son causa de intensos debates. Dada la naturaleza fragmentaria de la evidencia y los tiempos de evolución, es imposible comprender fácilmente la historia de los organismos; dicha evidencia se puede leer de forma muchas veces contradictoria.

Dawkins<sup>1,2</sup> y Gould<sup>3</sup> son los ejemplos más claros de cómo se pueden explicar en estas formas contradictorias los detalles de la evolución; Dawkins defiende las selecciones natural y sexual como causas únicas de una evolución gradual, en tanto, Gould considera que las contingencias desempeñan un papel esencial en la existencia de tiempos en los que la evolución y la extinción proceden en ocasiones a pasos acelerados. Decidirse por cualquiera de estos extremos de la explicación del proceso evolutivo es más un acto de fe y convencimiento por un buen argumento retórico que por evidencias incontrovertibles sobre tal proceso. Sin embargo, la selección natural en los organismos es un paradigma que explica la evolución y la adaptación de éstos, y los mecanismos que las causan son muchos; con esta propuesta, Wilson afirma que pueden ser reducidos a causas genéticas (mutacio-

nes) y epigenéticas (manifestaciones de nivel molecular en comportamiento y cultura, pasando por la fisiología).

*Consilience* invoca reglas epigenéticas que guían el comportamiento y otras manifestaciones humanas, como la religión, la ética, el arte... Para Wilson todas estas reglas epigenéticas constituyen una ventaja evolutiva, ya que existen y no se han eliminado de las poblaciones. De esta manera, la única puerta abierta para explicar nuestra biología y los comportamientos emergentes es, tautológicamente, la de las reglas epigenéticas. Así, las propiedades epigenéticas de los seres vivos, y en particular de los humanos, nos pueden explicar casi de modo tangible y mesurable la gama de actividades que nos hacen humanos, incluyendo la pintura y otras artes. Wilson no ha dejado campo para otros factores organizadores a niveles superiores que no surjan epigenéticamente, y da a los genes, por definición, la capacidad de crear la epigenética y así explicar nuestra evolución, nuestra biología y todas nuestras formas de expresión.

La solución es atractiva, pues no niega nuestra naturaleza o el origen evolutivo de los humanos, pero es simplista. Para Wilson sólo debemos buscar los detalles de la explicación, pero la forma en que ésta se presenta en cuanto a los genes y propiedades epigenéticas emergentes lo explica todo sin describir los mecanismos que nos hacen humanos. Las reglas epigenéticas no tienen ni poder explicativo ni poder predictivo, y tampoco existe explicación sobre las funciones o formas de los mecanismos epigenéticos ni podemos hacer predicciones diferenciadas de los resultados de un proceso epigenético.

En contraste con esta solución que lo explica todo, un buen enfoque científico busca esclarecer en forma detallada y predictiva las conexiones entre los diferentes niveles del sistema. Esperaríamos que en *Consilience* se nos propusiera cuando menos cómo se debe desarrollar esta búsqueda de conexiones entre el ADN, los genes, la epigenética y nuestra cultura.

La causa por la que se crean las reglas epigenéticas, la selección natural, sí es un mecanismo que explica el proceso evolutivo, y a pesar de que la evolución no tiene propósito, la selección natural permitirá al carácter más adecuado o a la combinación de caracteres proveer el mayor número de descendientes. No podemos predecir el resultado mismo, principalmente por que no entendemos lo suficientemente el medio, los genes y sus interacciones como para hacer una predicción exacta, pero comprendemos el mecanismo. También, bajo suposiciones simplificantes, tales como las dadas por la ecología del comportamiento, podemos predecir con exactitud los resultados de comportamientos “óptimos” observados, y cómo éstos sobrevivirán o no cuando surja un comportamiento alterno.

Podríamos suponer que Wilson invoca las propiedades epigenéticas como un reto a los científicos, para concentrar sus esfuerzos y buscar allí una explicación de la naturaleza humana. En ningún momento pide esta ayuda; las propiedades epigenéticas nos son dadas como un acto de fe con el cual podemos explicarnos y entendernos.

#### Observaciones finales

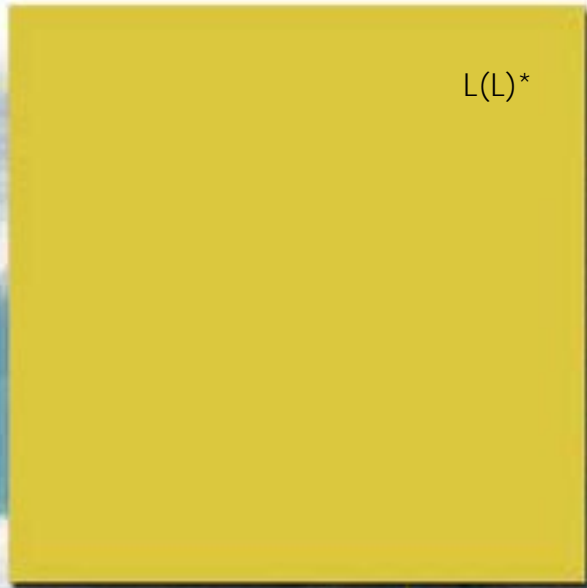
No es necesario entrar en detalle sobre todos los temas que Wilson trata en *Consilience*, y postula que pueden ser explicados por las reglas epigenéticas. Ya subrayamos cómo sus mecanismos son tautológicos y, por lo tanto, no tienen el poder predictivo y explicativo que esperamos de una buena hipótesis científica. Posiblemente Wilson esté en lo correcto, pero su presentación precluye un plan serio de investigación; la conciliación, el problema de la unicidad del conocimiento

ya está resuelto satisfactoriamente; sin embargo, las fallas lógicas y metodológicas, la extrapolación desmedida del alcance de las reglas epigenéticas y la falta de un plan de estudio, así como nuestra ignorancia sobre los mecanismos respectivos nos impide siquiera acercarnos a la conciliación que Wilson postula.

La ciencia, incluyendo aquella que se dedica al estudio de la evolución, busca explicaciones materiales, y hasta que podamos lograr hipótesis y predicciones precisas sobre el papel de los mecanismos epigenéticos, las aseveraciones de Wilson en *Consilience* están más cercanas a la poesía épica de la historia que a la ciencia. La paradoja de los límites del conocimiento humano y nuestra comprensión de la naturaleza por medio de un conocimiento único, no puede ser resuelta con la propuesta de Wilson. Esta es la mejor indicación de que el trabajo de filósofos, científicos y artistas aún tiene un largo camino que recorrer antes de poder conciliar nuestras visiones del mundo. 🌐

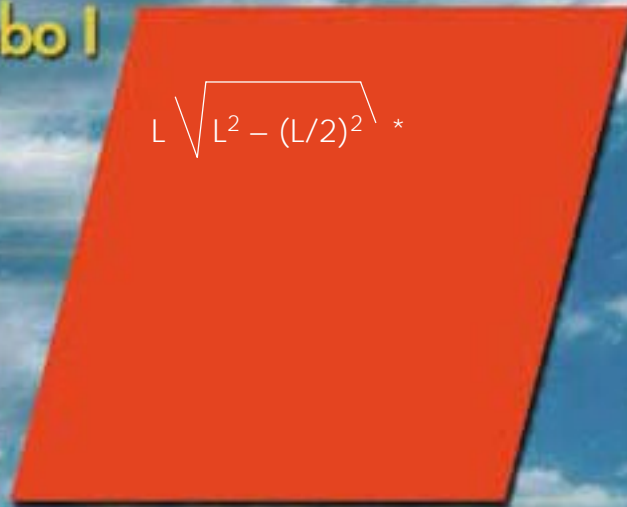
#### Referencias

- 1 Dawkins, R. *The Selfish Gene*, Oxford, 1976, Oxford University Press.
- 2 \_\_\_\_\_. *The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design*, Nueva York, 1996, W.W. Norton y Co.
- 3 Gould, S.J. *Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History*, Nueva York, 1989, W.W. Norton y Co.
- 4 Kuhn, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1970, Chicago University Press.
- 5 \_\_\_\_\_. *The Essential Tension*, Chicago, 1977, Chicago University Press.
- 6 Wilson, E.O. *Sociobiology. The New Synthesis*, Harvard, 1975, (Belknap), Harvard University Press.
- 7 \_\_\_\_\_. *Biodiversity*, Washington, 1988, National Academy Press.
- 8 \_\_\_\_\_. *Consilience. The Unity of Knowledge*, Nueva York, 1998, Alfred A. Knopf.



cuadrado

rombo I



rombo II



Figura 1. Areas de las tres superficies. El análisis de respuesta superficial se realiza con el atributo que integra el conjunto de las variables de cada sistema.

\*:  $(L) \sqrt{L^2 - (L/2)^2}$ , y  $(L/2)$  es el factor que corresponde a la altura de cada uno de los cuadriláteros.

---

# Igualdad y desigualdad superficial en cuadriláteros

CONRADO RUIZ HERNANDEZ Y CARLOS SAUL JUAREZ LUGO

**E**l análisis de respuesta superficial (*response surface methodology*) es un procedimiento útil para el estudio minucioso de sucesos, fenómenos y productos. En esta última faceta, el método señalado se aplica en evaluaciones sobre el control de calidad, la eficiencia productiva e innovación tecnológica,<sup>1</sup> y se trata esencialmente de un experimento multivariado, cuyo comportamiento visual (*screening experiment*) se estudia de acuerdo con cálculos factoriales y estadísticos (en particular utilizando el análisis de varianza). Las variables preferentemente tomadas en cuenta son de índole para-

métrica (medibles), y además, con la finalidad de llevar a cabo una primera apropiación didáctica, destinada a un curso intermedio de estadística, se ensayó la aplicación elemental de este método en un problema de naturaleza geométrica, en el cual, por definición, los parámetros deben corresponder con la representación visual del cuerpo de que se trate.<sup>2,3</sup> Se optó por abordar la comparación estadística entre las superficies (considerando la magnitud aritmética del área resultante) de tres cuadriláteros con lados y perímetros idénticos, el cuadrado y dos modalidades de rombo (uno de ellos compuesto por la yuxtaposición de dos triángulos equiláteros y otro cuya altura mide la mitad de su base).<sup>4</sup> En estos cuadriláteros el área es el producto de la base por la altura.

Cuadro 1

SERIE (MAGNITUD-LADO)	PERIMETRO		AREAS	
	(x)	CUADRADO (y)	ROMBO I (y)	ROMBO II (y)
	4L	L <sup>2</sup>	$L \sqrt{L^2 - (L/2)^2}$	L <sup>2</sup> /2
1	4	1	0.866	0.500
2	8	4	3.464	2.000
3	12	9	7.794	4.500
4	16	16	13.856	8.000
5	20	25	21.651	12.500
6	24	36	31.177	18.000
7	28	49	42.435	24.500
8	32	64	55.426	32.000
9	36	81	70.148	40.500
10	40	100	86.603	50.000
15	60	225	194.856	112.500
20	80	400	346.410	200.000
25	100	625	541.266	312.500
30	120	900	779.423	450.000
35	140	1 225	1 060.881	612.500
40	160	1 600	1 385.641	800.000
45	180	2 025	1 753.701	1 012.500
50	200	2 500	2 165.064	1 250.000
55	220	3 025	2 619.727	1 512.500
58	232	3 364	2 913.309	1 682.000

**Resumen de datos estadísticos**

<b>Suma</b>	6 844.000	66 729.000	57 789.009	33 364.500
<b>Suma al cuadrado</b>	46 840 336.000	4 452 759 441.000	3 339 569 580.750	1 113 189 860.250
<b>Promedio</b>	118.000	1 150.500	996.362	575.250
<b>Suma de cada valor al cuadrado</b>	1 067.664	136 994 637.000	102 745 977.750	34 248 659.250
<b>Suma de x por y</b>		11 710 084.000	10 141 230.224	5 855 042.000
<b>Varianza</b>	4 562.667	1 056 542.500	792 406.875	264 135.625

Síntesis de los valores de las series que se requieren para que la diferencia estadística entre las tres superficies tenga una significación de 0.001. Después del valor de 10 las magnitudes correspondientes a las series se enlistan de cinco en cinco. Los resultados estadísticos del cuadro comprenden la cuenta de 58 valores para cada uno de los cuadriláteros.

## Ensayo experimental analógico

Se reconoce cierta similitud entre los tres cuerpos geométricos descritos (en este ensayo no se incluye como variable la disposición de los ángulos), en los que, para el registro de la diferencia estadísticamente significativa, se tomó sólo en cuenta el tamaño distinto de las áreas, y se avizoró como posibilidad el enfrentamiento con la paradoja siguiente: “Los cuerpos geométricos evidentemente diferentes lo son también por medio del análisis estadístico de sus parámetros.” Haciendo parangón con la carrera célebre entre Aquiles y una tortuga –paradoja cuya autoría se atribuye a Zenón de Elea–,<sup>5</sup> aquí el resultado

Cuadro 2

CUENTA	VALOR OBSERVADO DE $F$	VALOR CRÍTICO DE $F$
848	10.874	10.866
849	10.887	10.866
850	10.899	10.865
<b>851</b>	<b>10.912</b>	<b>10.865</b>
852	10.925	10.865
853	10.938	10.865
854	10.951	10.865

*Determinación del número de repeticiones realizadas con el cuadrado y el rombo I, para registrar una diferencia con significación de 0.001, aplicando el análisis de varianza.*

obvio de la carrera está representado por la diferencia entre estos cuadriláteros y la argumentación abstracta – que representa el esfuerzo de Aquiles– de si la desigualdad estadísticamente validada puede al menos alcanzar o corresponder con los hechos. En este caso, la carrera se empata cuando la diferencia estadística entre los cuerpos –comparados en conjunto y por pares, aplicando el análisis de varianza– alcanza por lo menos una significación de 0.001; es decir, una confianza de 99.9% (nivel que Jakob Bernoulli definió en 1713 como “certidumbre moral”).<sup>6</sup>

A fin de contar con datos análogos a los de un experimento típico se generó una base con magnitudes de área, para llevar a cabo el análisis estadístico de la diferencia entre las superficies. Los operadores, extraídos de las ecuaciones para el cálculo del área se copiaron en hoja electrónica para capturas tabulares (Excel 97 de Microsoft Office), y de esta manera sólo fue necesario realizar paso a paso las operaciones aritméticas en el lenguaje del programa, para obtener el resultado inicial del área de los tres cuadriláteros, comenzando por la unidad, con objeto de que el programa resolviera automáticamente los demás valores de las series en progresión definida por la magnitud aritmética de los lados: 1, 2, 3, etc. En el cuadro 1 se muestra una síntesis de los valores, hasta el número de repeticiones (con cada uno de los cuadriláteros) que se requieren, para que la diferencia estadística entre las tres superficies tenga un significación de 0.001, y en este caso fueron necesarias 58 repeticiones por serie. En las comparaciones por pares, el número de repeticiones por serie para alcanzar la misma diferencia significativa experimenta variaciones importantes, y para el caso del cuadrado con el primer rombo la diferencia se registra en 851 repeticiones; con el segundo rombo, el número de repeticiones para alcanzar la significación es menor: –47– y esto se explica por la mayor asimetría entre los dos cuerpos. Para reconocer la diferencia significativa entre los dos rombos fueron necesarias 68 repeticiones, pero en todos los casos, el número de repeticiones que se contabilizó correspondía con la cuenta que reportaba el valor observado de  $F$  que superaría al menos con una décima el valor crítico de  $F_{0.999}$  (véase cuadro 2).

¿Estadísticamente rebasará Aquiles a la tortuga?

En su connotación original, la carrera hipotética que sirve de argumento a la paradoja o antinomia de Zenón (en la cual se esgrime un hecho absurdo o contradictorio con el fin de convencer) fue un intento disparatado para demostrar que era errónea la concepción de la línea como sucesión de puntos. En el arranque de la carrera, la tortuga guarda una posición adelantada con respecto a la de Aquiles; sin embargo, en un punto determinado al que avanzó la tortuga se esperaría que en el mismo sitio Aquiles le diera alcance, y no obstante, si se parte del supuesto de que entre el sitio de arranque de ambos corredores y el lugar en que el más veloz alcanza al más lento existe igual número de puntos, resulta que matemáticamente –debido a la misma organización capciosa del planteamiento teórico– tal alcance no puede ocurrir. Zenón supuso que sus oyentes, convencidos sin lugar a dudas de que Aquiles alcanzaría irremediablemente a la tortuga, tendrían que admitir que las líneas no constan de puntos. Este debate aconteció durante el esplendor de la ciencia griega (hace cerca de dos mil quinientos años), y a pesar de las incorrecciones en que incurrió este filósofo presocrático, en gran medida motivadas por el hecho de enarbolar posturas fanáticas, se reconoce su participación como uno de los precursores en la invención del cálculo infinitesimal. Todavía durante el siglo XVII, mentes tan notables como la de Galileo se ocuparon de aclarar los trucos matemáticos que impedían al veloz Aquiles dar alcance a la tortuga. La solución estriba en reconocer que ante dos distancias, compuestas por igual número de puntos, caben dos trayectorias independientes, la primera constituida por una sucesión aritmética (1, 2, 3, etc.) y la segunda, por una sucesión geométrica



(1, 4, 9, etc.). Consecuentemente, la segunda produce un avance más veloz que el de la primera.

Pero volviendo al problema de la diferencia estadística significativa entre los tres cuadriláteros descritos, ya sabemos que Aquiles al final dará alcance a la tortuga, tanto como consta que los cuerpos geométricos aludidos son evidentemente distintos (con la consideración de uno solo de sus atributos), y aquí la cuestión va más allá, pues representa caminar de la “certidumbre moral” (99.9%) a la absoluta (100%). Se advierte –a pesar de haberlo intentado– que esto último no es alcanzable estadísticamente (el límite máximo de la certidumbre con apoyo de computadora es de 99.99999999...%). Dicho de otra manera, para el caso de la diferencia estadística entre estos tres cuadriláteros, Aquiles puede alcanzar con relativa facilidad a la tortuga pero no rebasarla (que es propiamente lograr de manera estadística la certidumbre absoluta).

#### Aprovechamiento didáctico de la paradoja

**E**l análisis de respuesta superficial que se aplicó, en el que subyace una intención didáctica, permite mostrar el servicio que presta este método para llevar a cabo comparaciones entre dos o más sistemas de datos que, por su configuración, podrían ser considerados probabilísticamente como semejantes. Se trata de un método eficaz para determinar diferencias finas con un gran nivel de precisión, y esto se ilustra en forma clara con la comparación estadística entre el cuadrado y el primer rombo, en la cual la diferencia superficial es cercana, por lo que, alcanzar la significación que estimamos confiable (0.001), implicó un número realmente elevado de repeticiones (851). En un ejercicio preliminar realizado con el área de los tres cuadriláteros aludidos, considerando sólo 20 repeticiones para cada uno de ellos, el resultado con el empleo del análisis de varianza produjo confusión en los alumnos, ya que éste no representa diferencia estadística entre las superficies de los tres cuerpos, ni siquiera para una significación de 0.05. Bajo una circunstancia de este tipo, lo usual –digamos la salida fácil– hubiera sido aceptar la hipótesis nula, es decir, que

estadísticamente tales cuadriláteros, al no ser diferentes, lo más probable es que sean iguales o muy semejantes.

¿Qué hacer cuando la evidencia empírica directa indica lo contrario? Indudablemente la única solución es dirigir el debate hacia la sensatez, es decir, considerar la inclusión de por lo menos otra variable paramétrica o elevar el número de repeticiones. El sistema establecido con tres parámetros definidos (lado, perímetro y área) ofrece opciones restringidas. Tanto las magnitudes del lado y el perímetro en los tres sistemas no dan lugar a diferencia paramétrica alguna; así, el único camino razonable es la segunda opción, esto es, trabajar en las repeticiones o elevar el tamaño de la muestra. Fue sumamente gratificante el constatar que la decisión mayoritaria de los alumnos fue la de trabajar con apego a la lógica y no refugiarse en la salida fácil ni en una conclusión absurda (validada por una ejecución estadística precipitada). Además, cabe mencionar que la búsqueda de estrategias didácticas para la enseñanza reflexiva de la estadística, tanto en el campo de las ciencias naturales como de las sociales, es un tópico de investigación educativa sumamente desatendido.<sup>7</sup>

#### Otro factor equis

**E**l análisis de respuesta superficial se realiza con el atributo que integra el conjunto de variables de cada sistema. La fisonomía –propiamente la superficie medible– de los tres cuadriláteros está determinada por una relación definida por la longitud de la base y la altura. Esta última puede medir lo mismo que la base (un cuadrado) o que (alguno de los rombos) posea un techo con altura casi rasante, con la única restricción de que la misma sea diferente a cero. A pesar de las variaciones en la altura y, consecuentemente, también en la superficie, puede ser que el área del cuadrilátero ocupe todo el cuadro o que resulte verdaderamente infinitesimal, pero el perímetro siempre conserva una longitud igual a cuatro veces la extensión de la base; dicho de otra manera, la magnitud del perímetro de estos cuerpos se mantiene inalterada con respecto a lo que sucede en la superficie.

Tratándose de un análisis estadístico multivariado, en el que la variable independiente es la fisonomía (los cuadriláteros distintos) y el área superficial la variable dependiente, se tuvo la posibilidad de estudiar, de manera adicional, el papel influyente que desempeña el perímetro en el sistema. Este atributo, que hace las veces de un corsé inflexible, delimita las características dimensionales de la superficie, en donde la pérdida del área interior, debida a la convertibilidad del cuadrado hacia los rombos, pasa a formar parte de la superficie del plano. Con los valores del perímetro incluidos en el cuadro sintético que contiene parámetros de los cuadriláteros, explorando su asociación posible con el tamaño de las áreas, se analizó el comportamiento estadístico de las tres variables (fisonomías, perímetros y áreas). El análisis de covarianza aplicado permite aseverar que el perímetro –en los términos en que operó este ensayo analógico– ejerce una influencia sumamente poderosa sobre el área superficial de los tres cuadriláteros (con una significación mayor a 0.00001). En esencia se trata de un auténtico factor equis (una variable muy importante que en primera instancia se considera irrelevante o es desconocida). Es de importancia formativa, incentivar la mente crítica de los alumnos, para que profundicen y se hagan más preguntas respecto a los sistemas de datos que se comparan de manera estadística. El análisis de respuesta superficial no debe entenderse como sinónimo de mera apreciación trivial ni de superficialidad; por el contrario, es un enfoque que promueve el alejamiento de la aplicación ritual en las estimaciones de inferencia estadística. ●

## Referencias

- 1 Myers, R., y D. Montgomery. *Response Surface Methodology. Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, Nueva York, 1995, John Wiley and Sons.
- 2 Gloor, O.; B. Amrhein, y R. Maeder. “Illustrated Mathematics. Visualization of Mathematical Objects with Mathematica”, *TELOS*, Nueva York, 1995, Springer Verlag.
- 3 Ruiz, C. “Confrontación matemática en un cuadrilátero”, *Información científica y tecnológica*, Vol. XVI, núm. 210, marzo-abril de 1994, pp. 27-28.
- 4 Farmer, D., y Th. Stanford. *Knots and Surfaces. A Guide to Discovering Mathematics*, Providence (RI), 1996, American Mathematical Society.
- 5 Hull, L. *Historia y filosofía de la ciencia*, Barcelona, 1981, Editorial Ariel.
- 6 Naiman, A.; R. Rosenfeld, y G. Zirkel. *Understanding Statistics*, McGraw-Hill, Nueva York, 1996.
- 7 González, A. “Hipótesis científicas e hipótesis estadísticas”, *Ciencia y Desarrollo* Vol. XVI, núm. 94, septiembre-octubre de 1990, pp. 31-40.

# *La inteligencia*

detonante  
para  
mejorar la  
calidad  
de vida

YOLANDA L. OLVERA,  
BENJAMIN DOMINGUEZ TREJO Y ALEJANDRA CRUZ T.

---

“No importa el tamaño del problema, lo importante son las herramientas con las que cuentas para afrontarlo o para solucionarlo.”

*Dr. Jorge Grau, Ministerio de Salud, Cuba.*



*emocional,*



Hasta dónde llegamos por un rico plato de jícamas

IMAGINE A DOS NIÑOS ESCOLARES EN EL COMEDOR DE SU casa, haciendo su tarea; cuando de repente, frente a ellos aparecen dos jícamas con chile y limón, recién preparadas por su mamá. Los niños al verlas se aproximan a la mesa saboreándolas, y cuando uno de ellos se dispone a comer la jícama se escucha la voz de su madre que dice: “¡Todavía no!, primero la tarea y después la jícama, si lo hacen así les daré un rico plato ‘lleno’ de jícamas con chile y limón.” La madre deja a los niños solos, uno de ellos toma una jícama y empieza a comérsela; en cambio, el otro primero se concentra en terminar su tarea.

¿Qué es lo que distingue a esos dos niños, y por qué uno puede posponer el comer la jícama y el otro no? ¿Cómo logra uno de ellos postergar el gusto de comer y el otro no? Una respuesta simple es que a uno le gustan más las jícamas y al otro menos. Pero partiendo de que ambos son fanáticos de las jícamas ¿cómo hizo uno de ellos para controlar el deseo intenso de comérsela? La respuesta es que uno de ellos puede “controlar su deseo y posponer la gratificación” y el otro no puede ejercerlo o no posee tal control.

Shoda, Mischel y Peake (1990), investigaron a un grupo de niños capaces de posponer la satisfacción de un deseo y encontraron que en etapas posteriores, como adultos, eran personas con mayores repertorios para enfrentarse a situaciones frustrantes de su vida, más perseverantes en sus metas y por lo tanto, más satisfechos de sus logros, comparados con los niños que carecían de tal modalidad de autocontrol, quienes serían adultos que se derrotaban con más facilidad. Pero volviendo a la pregunta, ¿qué es lo que los diferencia?

De acuerdo con la experiencia “clínica” en México, los jóvenes universitarios (Domínguez *et al.*, 1999) que se enfrentan a fuertes presiones académicas por ser alumnos destacados de su centro de estudio, con frecuencia afrontan también situaciones en las que tienen que postergar la gratificación y elegir entre salir con su novia o quedarse en casa a preparar su examen. Este grupo de jóvenes generalmente se queda a estudiar, y hemos observado que son individuos que cuentan con capacidad para la autorregulación emocional y repertorios de afrontamiento más adaptativos, entendiéndolo por este término la habilidad de que, aún sintiendo desagrado o disgusto, pueden moderar la intensidad de este estado y continuar logrando sus metas académicas, lo que les permite concentrarse y seguir trabajando. Actualmente consideramos que tanto la autorregulación emocional como la capacidad para desarrollar “estilos de afrontamiento” más adaptativos forman parte de la “Inteligencia Emocional (IE).”

Peter Salovey y John Mayer (1990) crearon el término de Inteligencia Emocional, que de acuerdo con estos investigadores, está vinculada con la habilidad para monitorear

las propias emociones y las de otros, y usar esta información para guiar los pensamientos y las acciones.

El manejo adecuado de las emociones es una de las herramientas para la sobrevivencia de las personas. Estas han sido abordadas desde diferentes ángulos, y uno de ellos, quizás el más difundido, sugiere que las emociones son las responsables de la pérdida de control, y lo que hacen es causar perturbaciones en el individuo y complicarle la existencia. Sin embargo, ahora sabemos que las emociones son herramientas necesarias para la sobrevivencia de las personas. La emoción del miedo, por ejemplo, altera a un individuo cuando vislumbra un peligro; así, sentir miedo puede ayudar a ponerse a la defensiva. En un ambiente como el de las grandes ciudades, el número y la variedad de riesgos potenciales es muy elevado; ante éstos el sentir miedo nos permite mantenernos a la defensiva y sobrevivir siendo precavidos.

Domínguez, Cruz, Olvera y Cortés (1999), como resultado de una investigación redefinieron la IE como “la capacidad de un individuo para ejecutar y depurar al menos las siguientes habilidades: autoobservar sus emociones y las de otros; regular dichas emociones; ser capaz de expresarlas oportunamente, sin maquillar sus dificultades emocionales, compartiéndolas, y ejecutando un estilo de afrontamiento adaptativo, manteniendo la esperanza elevada (perseverando en sus metas)”.

De acuerdo con esta definición, las emociones tienen un papel central en el comportamiento humano y en la calidad de vida de las personas.

En la actualidad sabemos que las personas capaces de regular sus emociones son aquellos que cuentan con habilidades para desarrollar su Inteligencia Emocional.

Olvera, Domínguez y Cruz (1997) han estudiado seis áreas relacionadas con la IE a saber:

#### Lenguaje emocional

**E**sto constituye la “columna vertebral” del constructo denominado de la IE. Los individuos capaces de identificar las sensaciones corporales que experimentan ante un evento emocional (pérdida huma-

na, ruptura con la pareja, retraso en una cita importante, etc.) y de asignarle un rótulo emocional (nombre de la emoción experimentada como coraje, ira, desasosiego), son capaces también de reconocer que están experimentando (emociones) y que requieren de una respuesta; verbalmente cuentan con un vocabulario suficiente para rotular cada emoción y son capaces de identificarlas y vincularlas con otros cambios psicológicos como la atención, la motivación, la creatividad, etc. En cambio, aquellos que son incapaces de percibir y evaluar sus propios estados emocionales fracasan en el reconocimiento del origen de sus problemas (Mayer y Salovey, 1993).

Los individuos capaces de identificar y de rotular sus estados de ánimo, pueden poner en palabras lo que están experimentando en su cuerpo cuando sienten ira (su ritmo cardíaco se eleva, observan que su cara se pone roja, sienten calor y sus músculos se ponen duros, con ganas de explotar, etc.) y también pueden expresar cómo se sienten cuando están tranquilos y relajados. La autoobservación es necesaria para que los individuos regulen sus emociones y puedan manejarlas sin que éstas los controlen a ellos.

Por lo general hemos aprendido a no hacer caso de las señales producidas por nuestro cuerpo, pues pensamos que “pasarán o que eso no tiene importancia” y lo que ocurre es que la molestia se incrementa y cada vez requerimos de más energía para “cubrirla o negarla”, lo que nos ocasiona mayor desgaste biológico y psicológico. En muchas ocasiones le hacemos finalmente caso cuando ya tenemos una contractura muscular, y en cambio si podemos identificar el endurecimiento de las mandíbulas o los músculos de la espalda, etc., tendremos mayores posibilidades de control, antes de llegar a una complicación o patología más seria.

#### Adaptación emocional

**L**os individuos pueden ser diferenciados, dependiendo de la forma en la que abordan sus problemas; así, lo que los distingue son sus “estilos de afrontamiento”. Salovey, Bedell, Detweiler y Mayer (1997) han estudiado cómo algunas personas que han sufrido tra-

gedias salen fortalecidas de ellas y otras permanecen “atoradas y bloqueadas”; una de las diferencias es que las personas incapacitadas emocionalmente son aquellas que practican estilos de afrontamiento rumiativos; es decir, permanecen “dando vueltas” a su conflicto sin plantearse la solución. Estas personas con frecuencia están malhumoradas, tienen malas relaciones familiares, sociales y hasta laborales, llegando a situaciones de aislamiento. En cambio, las personas que razonan sus problemas, pero también piensan en la solución, minimizan los aspectos negativos y amplían los positivos, logrando sentirse seguras y optimistas ante la interacción con los asuntos conflictivos. Ahora sabemos que hay conflictos que no tienen solución inmediata; por lo tanto, una meta adaptativa puede ser “aprender a convivir con los problemas”. Una de las frases frecuentes del doctor Domínguez es que no existe una vida sin problemas”.

### Control de impulsos

**S**hoda, Mischel y Peake (1990) consideraron que el control de impulsos es la materia prima de la autorregulación emocional, que técnicamente está relacionada con la “capacidad para rechazar un impulso al servicio de un objetivo”; por ejemplo, construir una empresa, resolver una ecuación algebraica o conseguir un premio importante. Por su parte, Domínguez, Olvera, Pérez, Valderrama y Cruz (1998) consideran que la AE está asociada con la habilidad que tienen algunas personas para ponerse tranquilas y relajadas, y de esta manera ser capaces de pensar objetivamente.

Ante situaciones inesperadas que salen de control, los individuos tienden a manifestar una serie de reacciones fisiológicas, emocionales, conductuales y cognoscitivas, que pueden interferir en el manejo adecuado de tales situaciones. Para que su desempeño no se vea afectado, es necesario que los individuos puedan ejercer control de tales reacciones. El objetivo del control de impulsos es mantener un equilibrio entre los aspectos emocionales, fisiológicos, conductuales y cognoscitivos, que es la clave para el bienestar emocional. Para lograrlo es necesario

recurrir a estilos adaptativos, de afrontamiento, como mantenerse relajado incluso ante situaciones conflictivas, utilizando las emociones negativas en el sentido positivo; es decir, aceptar el eustrés (estrés positivo) y no permitir que los domine el distrés (estrés negativo).

Las emociones, cuando poseen gran intensidad y se prolongan más allá de un tiempo adecuado, se pueden complicar; así, la ansiedad crónica, la ira incontrolable, la depresión, pueden desviar el intento de concentrarse en otras cosas. Cuando las emociones entorpecen la concentración, suele presentarse una paralización de la capacidad cognoscitiva (memoria) de retener en la mente toda la información que estamos requiriendo.

### Procesos de desahogo

**L**as personas que guardan sus emociones, e incluso las niegan, a la larga pueden tener serios problemas de salud. Pennebaker (1995) pidió a un grupo de estudiantes que escribieran acerca de alguna experiencia traumática reciente o antigua y de preferencia que no la hubieran platicado antes con nadie. A otro grupo de estudiantes le pidió que escribieran sobre sus actividades cotidianas. Los resultados fueron que el primer grupo fortaleció su sistema inmunológico y el segundo no presentó cambios saludables.

Poder identificar nuestros estados emocionales, poder rotularlos y comunicarlos facilita los procesos de desahogo o revelación emocional, contribuyendo a disminuir los niveles elevados del proceso de la “inhibición activa”. A este proceso recurren de manera “normal” muchas personas que tienen que enfrentarse cotidianamente con situaciones emocionalmente perturbantes, y en este sentido, la “inhibición activa” es útil si se recurre a ella por periodos cortos; sin embargo, el proceso contrario es el desahogo, que es benéfico para nuestra salud, ya que se ha encontrado que las personas que se desahogan presentan una mejora de su sistema inmunológico y, por lo tanto, una disminución de síntomas físicos, del estrés y de la depresión.

Ahora sabemos que invertir esfuerzos prolongados

“guardando” los problemas no es saludable. Afortunadamente en nuestra cultura contamos con apoyos como la familia o los amigos, quienes con frecuencia están dispuestos a escuchar nuestros problemas; sin embargo, cuando esto no es posible generalmente podemos contar con una hoja de papel y un lápiz para escribir acerca de nuestros conflictos. El poner en palabras nuestros problemas permite que los analicemos, logrando con ello dar un paso hacia el camino de la solución.

#### Esperanza

**E**sta constituye un sentimiento que nos motiva para realizar actividades que facilitan plantearnos soluciones. Quienes experimentan sentimientos claros y confianza en sus habilidades para regular sus afectos parecen ser más rápidos y efectivamente capaces de reparar su humor después de un error o de otras experiencias perturbadoras (Salovey, Mayer, Goldman, Turvey y Palfai, 1995).

#### Empatía

**L**a empatía constituye un elemento importante dentro de las redes sociales; las personas empáticas saben escuchar y se comportan comprensivas, ayudando a que otras personas en conflicto transiten de un estado emocional a otro; es decir, si está triste que pase a estar tranquilo, etcétera.

Las personas en un estado defensivo difícilmente pueden ser empáticas y las personas empáticas generalmente son “oportunas” y pueden manejar mejor sus relaciones familiares, sociales y laborales, ya que tienen la habilidad de “ponerse” en los zapatos de los demás.

#### Inteligencia analítica contra inteligencia emocional

**H**asta ahora se ha documentado que el Coeficiente Intelectual (CI) no es modificable drásticamente; sin embargo, la IE puede ser aprendida

(Mayer y Salovey, 1997; Greenspan y Benderly, 1997; Gardner, 1983).

Tradicionalmente hemos otorgado al CI un papel preponderante. De acuerdo con esta creencia pensamos que si una persona es considerada inteligente, luego entonces este atributo tendrá que corresponder con el ejercicio de un pensamiento coherente y un comportamiento racional. Sin embargo, la realidad continuamente nos ha demostrado que poseer un CI elevado no garantiza un pensamiento lógico y un comportamiento racional.

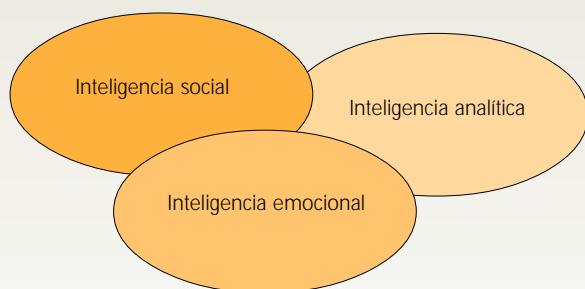
Ejemplo interesante de lo anterior fue Albert Einstein (citado por Hacyan, 1988), uno de los hombres de ciencia más destacados de este siglo, quien, sin embargo, según datos recientes de sus biografos no tenía una vida muy feliz y tranquila. Los únicos tres placeres de Einstein eran el reconocimiento de sus colegas, tocar su violín y pasear en su bote, y en ningún momento mencionó que disfrutara las relaciones familiares o las relaciones con amigos. La casa Christie's de Nueva York, en 1995, subastó las cartas personales de Einstein y por medio de esta correspondencia que mantuvo con su esposa se pudo identificar al científico como un “machista recalcitrante”, que tuvo un comportamiento abusivo y exigente con su esposa, a quien maltrataba. Este es un caso muy claro de no correspondencia entre dos áreas de la inteligencia, una relacionada con el coeficiente y la otra con el aspecto emocional.

Al CI se le ha considerado, por mucho tiempo, un elemento determinante en el éxito que logran las personas en diferentes ámbitos (Herrnstein y Murray, 1994), pero en la actualidad esta idea va perdiendo fuerza. La investigación psicológica contemporánea sobre Inteligencia, así como los estudios realizados por Gardner (1983) señalan que la inteligencia no es una habilidad independiente que se puede aplicar en diferentes escenarios, sino que en realidad son varias habilidades que pueden, en su caso, contribuir al éxito en diferentes escenarios.

Sabemos que para ser un buen profesional y tener éxito en el ámbito laboral no es suficiente con ser inteligente, sino que se requiere de otras habilidades complementarias que tienen que ver con la IE. Por lo tanto, podemos contar



## CALIDAD DE VIDA



Olvera, Domínguez y Cruz, 1998.

con mejores profesionales no sólo inteligentes sino capaces de tomar decisiones oportunas, sensibles y atinadas para la convivencia humana, seleccionando a los que poseen, además, una buena dotación de Inteligencia Emocional.

### Conclusión

**E**l CI y la inteligencia social (vinculada a las habilidades para la convivencia y la cooperación) han sido términos ampliamente estudiados; en cambio, el término IE es reciente y además involucra el aspecto emocional, que anteriormente era excluido del estudio, para el mejoramiento de la calidad de vida.

Con la introducción del término (IE) se amplió la gama de los elementos que se necesitan para alcanzar mejor calidad de vida. Anteriormente se consideró primordial el CI que se refiere principalmente a las habilidades cognitivas, pero gracias a las aportaciones de las propuestas teóricas anteriores se está considerando también a la inteligencia social y a la inteligencia emocional. Los tipos de inteligencia no deben verse como excluyentes, sino como elementos que se combinan y complementan entre sí.

Una de las inteligencias más importantes para funcionar en el campo educativo, de la salud, de las relaciones personales y laborales es la IE, vinculada con el conocimiento de las emociones propias y las de los demás, así como con su comunicación oportuna y la utilización de esta información para mejorar el rendimiento académico y la ejecución laboral.

Nuestro equipo de investigación continúa estudiando el papel de la IE, para la formación de ejecutivos, el apoyo y la recuperación psicológicas de personas afectadas por desastres naturales y la aplicación de procedimientos terapéuticos a personas con dolor crónico, etcétera.

La IE es necesaria para desarrollar y mejorar nuestras relaciones familiares, sociales, laborales y académicas y de esta manera mejorar nuestra calidad de vida. Por lo anterior, es importante que las evaluaciones para ingresar a las universidades e instituciones laborales no solamente valoren conocimientos (memoria), sino también ha-

bilidades tales como: autocontrol emocional, empatía, lenguaje emocional y estilos de afrontamiento más adaptativos, que contribuyan a la formación de individuos con un nivel de desarrollo suficiente para comprender, comunicar y adaptarse a las nuevas exigencias de desarrollo y necesidades sociales de nuestro país y no sólo a empleados que sólo sigan instrucciones. 🌐

## Referencias

- Domínguez, B.; A. Cruz; Y. Olvera, y J. Cortés. "Survey of the Emotional Intelligence with Students of Engineering of the IPN" Memories: *Fourth Binational Conference on Disclosure, Stress, Health and Emotional Intelligence*, University of Texas, Austin, 6 y 7 de enero, 1999, p. 11.
- Domínguez, B.; Y. Olvera; S. L. Pérez; P. Valderrama, y A. Cruz. *Manual para el taller teórico-práctico: manejo del estrés*, México, 1998, UNAM.
- Gardner, H. *Frames of Mind. The Theory of Multiple Intelligences*, New York, 1983, Basic Books.
- Greenspan, S. I., y B. L. Benderly. *El crecimiento de la mente*, Buenos Aires, 1997, Paidós.
- Hacyan, S. *Cuando la ciencia nos alcance*, México, 1988, Fondo de Cultura Económica, pp. 18-20.
- Herrnstein, R. J., y Ch. Murray. *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*, Nueva York, 1994, Free Press.
- Mayer, J. D., y P. Salovey. "The Intelligence of Emotional Intelligence", *Intelligence*, 17, 1993, pp. 433-442.
- Mayer, J. D., y P. Salovey. "What is Emotional Intelligence?", en Salovey, P. y D. J. Sluyter (ed.). *Emotional Development and Emotional Intelligence. Educational Implications*, Nueva York, 1997, Basic Books.
- Olvera, Y.; B. Domínguez, y A. Cruz. "Importancia de la inteligencia emocional en estudiantes de ingeniería del Instituto Politécnico Nacional", *Memorias de la III Tercera Conferencia Binacional sobre Revelación, Estrés, Salud e Inteligencia Emocional*. Acapulco, Gro., México, 12 y 13 de diciembre, 1997, sin número de página.
- Pennebaker, J. W. (ed.). *Emotion, Disclosure and Health*. Washington. DC., 1995, American Psychological Association.
- Salovey, P., y J. D. Mayer. "Intelligence Emotional", *Imagination, Cognition and Personality*, Num. 9, 1990, pp. 185-211.
- Salovey, P.; J. D. Mayer; S. L. Goldman; C. Turvey, y T. P. Palfai. "Emotional Attention, Clarity and Repair: Exploring Emotional Intelligence Using the Trait Meta-Mood Scale", en J. W. Pennebaker (ed.) *Emotion, Disclosure and Health*, Washington DC, 1995, APA, pp. 125-154.
- Salovey, P.; B. T. Bedell; J. B. Detweiler, y J. D. Mayer. "Coping Intelligently: Emotional Intelligence and the Coping Process", en Snyder, C. R. (ed.). *The Psychology of Coping*, Nueva York, 1997, Oxford University Press.
- Shoda, Mischel, W., y P. K. Peake. "Predicting Adolescent Cognitive and Self-regulatory Competencies from Preschool Delay of Gratification: Identifying Diagnostic Conditions", *Developmental Psychology*, vol. 26, 1990, Num. 6.

JOSE DE LA HERRAN

## La excelente exploración de Eros

# E

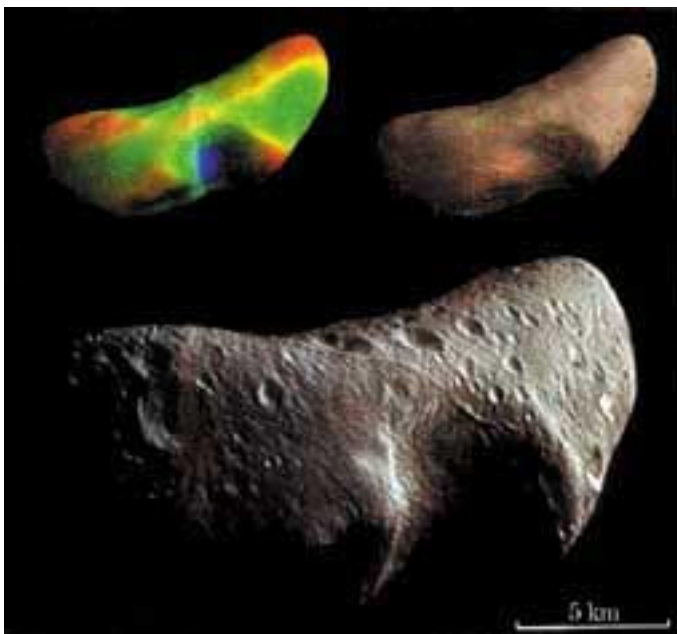
### Antecedentes

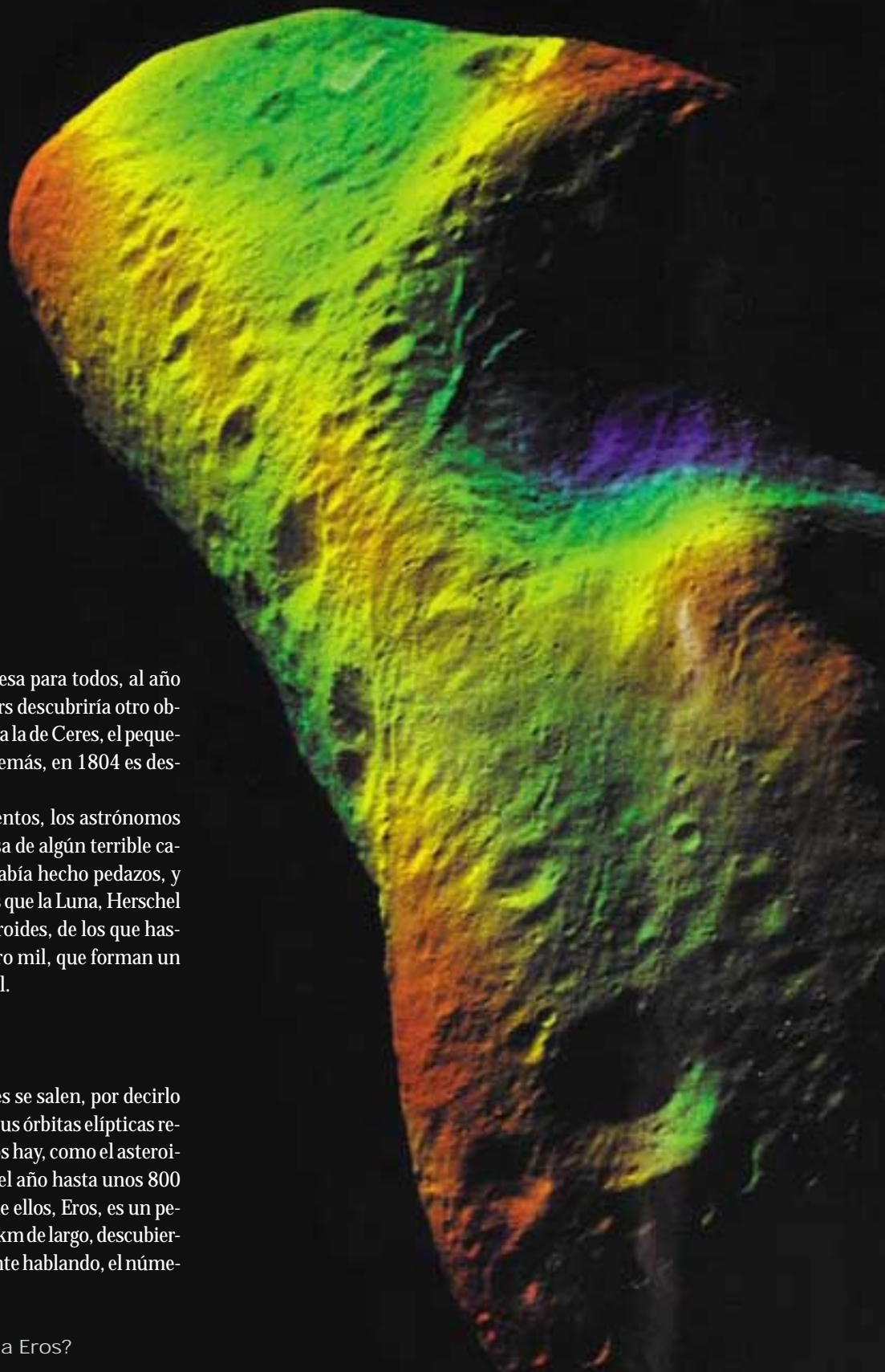
Este primero de enero del 2001, se cumplen exactamente 200 años de que el fraile y astrónomo Giuseppe Piazzi descubriera a Ceres, el primero de los miles de asteroides que giran alrededor del Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter. Curiosamente, años antes, Titius había ideado una fórmula matemática con la que se obtenían las distancias de los planetas al Sol, algunas de ellas con notable precisión. Bode se había entusiasmado con ella pensando que los espacios vacíos que la fórmula dejaba podrían corresponder a planetas aún no descubiertos.

En forma independiente, Herschel descubrió a Urano, en 1781, cuya órbita caía en uno de los espacios predichos por Titius, y Bode aprovechó la oportunidad de hacer famosa la fórmula de éste, proclamándola entre la comunidad astronómica y elevándola sin serlo, a la categoría de ley.

Sin embargo, la tal fórmula de Titius indicaba que entre los planetas Marte y Júpiter debía existir otro planeta que, desde luego, no había sido descubierto; así las cosas, el Barón von Zach propuso buscar dicho planeta a un grupo de astrónomos que aceptaron la propuesta y se dieron a la tarea de localizarlo.

Como es natural, el anuncio de Piazzi, hecho el 2 de enero de 1801, causó gran revuelo, y el gran matemático Gauss calculó su órbita demostrando que Ceres se hallaba entre las órbitas de Marte y Júpiter; la fórmula de Titius, popularizada como la "Ley de Bode", se hizo todavía más famosa y los astrónomos quedaron tranquilos con un sistema solar supuestamente ya completo.





Algo inesperado

Con la consiguiente sorpresa para todos, al año siguiente, en 1802, Olbers descubriría otro objeto en una órbita similar a la de Ceres, el pequeño planeta al que llamó Pallas; además, en 1804 es descubierto Juno y en 1807 Vesta.


Con estos cuatro descubrimientos, los astrónomos caen en la cuenta de que, por causa de algún terrible cataclismo, el planeta buscado se había hecho pedazos, y por ser éstos mucho más pequeños que la Luna, Herschel los bautiza con el nombre de asteroides, de los que hasta ahora se conocen cerca de cuatro mil, que forman un verdadero cinturón en torno al Sol.

Eros se acerca a la Tierra

Algunos de estos asteroides se salen, por decirlo así, de dicho cinturón, y sus órbitas elípticas rebasan la de Marte, pero los hay, como el asteroide 1989-FC, que se acercó en aquel año hasta unos 800 mil km de nuestro planeta. Otro de ellos, Eros, es un pequeño objeto cilíndrico de unos 35 km de largo, descubierto en 1898 y tiene, cronológicamente hablando, el número 433.

¿Por qué el interés respecto a Eros?

Una de las razones es que, periódicamente, el asteroide se acerca de manera importante a nuestro planeta, lo que ha permitido estudiarlo teles-



cópicamente con bastante detalle; dichos estudios han excitado el interés de los astrónomos para saber más de él, así como el de los geofísicos y geólogos, dado que buena parte, sino es que casi todos los millones de aerolitos que caen sobre nuestro planeta provienen, tal vez, del supuesto cataclismo que diezmó a aquel planeta cuya búsqueda fue motivada por la fórmula de Titius-Bode y la propuesta de von Zach.

En efecto, en el número 147 de *Ciencia y Desarrollo*

(julio-agosto de 1999) comentábamos que, para precisar hasta qué punto la corteza de nuestro planeta es “original”, es decir, qué proporción de la superficie en la cual vivimos corresponde a material originalmente terrestre y qué tanto ha provenido de material capturado por la Tierra en forma de meteoritos, aerolitos, estrellas fugaces, etc., haría falta conocer la composición de ese material extraterrestre antes de que choque y se contamine con el de nuestro planeta.

NEAR parte hacia Eros

Con ese fin, la astronave automática NEAR (Near Earth Asteroid Rendezvous) partió de la Tierra el 17 de febrero de 1996, para acercarse a Eros, situarse en órbita alrededor del mismo, estudiar sus características, analizar su composición y, desde luego, enviar dichos datos a la Tierra.

El primer intento de situarse en órbita en torno a Eros, el 20 de diciembre de 1998, falló al perderse el contacto con la nave, por razones desconocidas, durante 37 segundos. Afortunadamente, los técnicos a cargo de la operación pudieron recobrarlo poco después, pero el momento de inserción había pasado ya y tendrían que esperar hasta el día 14 de febrero del año 2000 para intentar de nuevo la maniobra.

El lado bueno de la falla fue que a los pocos meses, a su paso obligado por las cercanías de la Tierra, NEAR pudo tomar excelentes imágenes nunca logradas anteriormente del casquete polar sur de nuestro planeta.

Llegado el 14 de febrero, día de la inserción, los controladores procedieron a transmitir las instrucciones correspondientes, mediante el radiotelescopio de Canberra, Australia, y después de una espera de 42 minutos, tiempo que tardaba la señal en ir y venir, recibieron los datos que indicaban una excelente inserción orbital casi circular en torno a Eros (321 por 366 km), órbita que el 24 de febrero se convirtió a elíptica (204 por 363 km) y que el 3 de marzo fue circularizada a 204 por 206 km, con lo que NEAR dio comienzo a sus trabajos de investigación. ●

## Datos sobre Eros

El asteroide Eros, clasificado con el número 433, mide 34 km de largo por unos 15 km de “diámetro” es aproximadamente cilíndrico y de extremos redondeados. Su densidad es de 2.67 (agua= 1), su área es de 1 106 km cuadrados y su volumen de 2 507 km cúbicos.

La atracción de la gravedad en su superficie varía enormemente por su forma irregular, por lo que la velocidad de escape oscila entre tres y 17 metros por segundo. Esto significa que si nos situáramos en una zona de mínima atracción, al saltar hacia arriba nos alejaríamos indefinidamente del asteroide.

La superficie de Eros está cubierta, como era de esperarse, de multitud de impactos meteoríticos, en su mayoría pequeños, y el mayor cráter producido por uno de éstos mide 5.5 km de diámetro. Además, cerca de uno de sus extremos, Eros tiene una hondonada en forma de silla de montar, que reduce su diámetro a un mínimo de 8.7 km. Las imágenes obtenidas con las cámaras CCD de NEAR muestran claramente estas singularidades.

El mapeo global del asteroide, así como la composición de su superficie, se están obteniendo gracias a los aparatos de detección que NEAR lleva a bordo, como son altímetros láser, espectrómetros, gravímetros, cámaras, etc., y al final de su cometido, los controladores harán “aterrizar” la astronave sobre la superficie de Eros y después harán que ésta despegue, para tomar imágenes de las huellas dejadas por NEAR y completar el acopio de datos logrados por esta misión, datos que en su oportunidad daremos a conocer a nuestros lectores.

## Un paseo por los cielos de enero y febrero de 2001

**E**nero y febrero son un bimestre ideal para la observación astronómica, especialmente en el centro de la República. Efectivamente, por una parte, es cuando los cielos están más despejados y, por la otra, la bóveda celeste nos ofrece espectáculos bellísimos sin necesidad de instrumentos.

En esta época podremos observar, al oscurecer, la gran galaxia de Andrómeda, que se encuentra a más de dos millones de años-luz ¡a simple vista!; asimismo, tendremos en lo alto del cielo la constelación de Orión con su gran nebulosa, la M-42, su gigante roja Betelgeuse, Rigel, estrella azul a altísima temperatura y, un poco al norte, las Pléyades o Siete Cabrillas, cercano cúmulo estelar abierto. Ya hacia el sur, la estrella más brillante del cielo, Sirio, estará a “solamente” ocho años-luz de nosotros.

Más al sur aún se halla Canopus, casi tan brillante como Sirio, pero a 200 años-luz de distancia, lo que nos hace pensar cómo brillaría para nosotros si estuviese a la distancia de Sirio (25 veces más cercana, 625 veces más brillante).

Respecto a los planetas, este año tendremos en la madrugada a Marte que cada día aumenta en su brillo; al oscurecer, Venus que funge como Lucero de la Tarde y, ya entrada la noche, podremos observar a Júpiter y a Saturno, cercanos entre sí y que, recién pasadas sus oposiciones (distancias mínimas a la Tierra), lucirán muy brillantes

### COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (para enero 30)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	21 horas 28' 21"	-14 grados 01' 16"
NEPTUNO	20 horas 33' 08"	-18 grados 33' 17"

aún, formando con Aldebarán y las Pléyades, un interesante cuadrilongo.

También son visibles Urano y Neptuno en el oeste, justo al oscurecer, pero éstos sí, solamente con la ayuda de un telescopio.

### Lluvias de estrellas

**D**urante el bimestre, ocurrirán cuatro lluvias de estrellas, siendo las más importantes las Cuadrántidas, cuyo máximo ocurre los días 3 y 4 de enero. De mediana velocidad, entrarán a nuestra atmósfera a 40 km/s, dejando estelas cortas pero bien definidas, aunque un pequeño porcentaje resulte de trazos persistentes. La Luna creciente hace que la mejor hora para apreciar esta lluvia sea de la media noche en adelante.

### Fases de la Luna

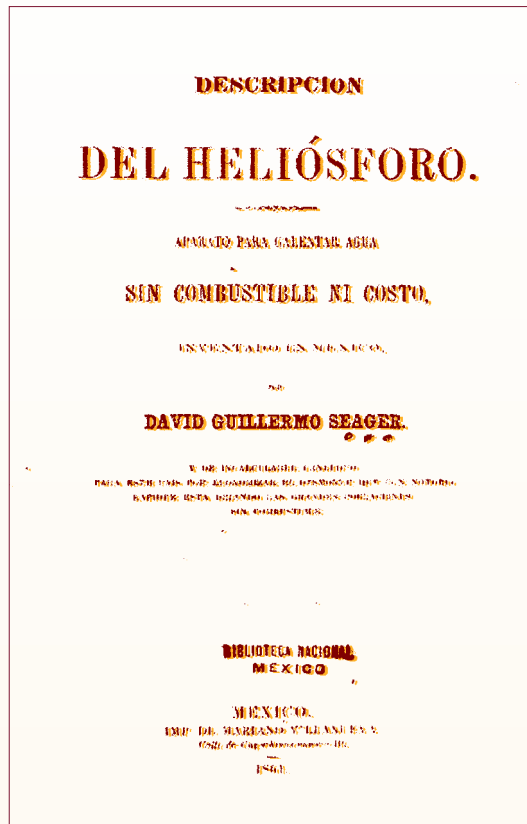
	Apogeo día/hora	Perigeo día/hora	Creciente día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora	Nueva día/hora
Enero	9/05	21/11	2/17	9/14	16/07	24/07
Febrero	6/12	19/16	1/08	8/01	14/21	23/02

## Ciencia, prensa y vida cotidiana

La colección de folletos, recortes, hojas sueltas y manuscritos que formó don José María Lafragua se resguarda en el Fondo Reservado de la Biblioteca Nacional de México. Los historiadores que se han interesado en el conocimiento de los hechos que permitieron la llamada edificación de la nación durante el siglo XIX reconocen la importancia de esta valiosa colección. El Instituto de Investigaciones Bibliográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México, que administra y coordina los trabajos del primer repositorio nacional, ha impulsado la catalogación de los documentos lafragüenses desde 1975. A la fecha y, gracias a la labor de Lucina Moreno Valle, Luis Olivera y Rocío Meza, tenemos cinco volúmenes que constituyen una excelente herramienta de consulta que invita a la exploración de la colección. La riqueza histórica del fondo radica no sólo en la cantidad de documentos, más de 12 mil, sino en la variedad de asuntos de que tratan. En efecto, así como el ilustre liberal recogió información política, literaria y jurídica, fijó su atención en noticias de carácter científico. El folleto que se reproduce en la “Alaciencia” de esta entrega forma par-

*...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*



te del fondo Lafragua, se editó en 1861 y se titula *Descripción del Heliósforo. Aparato para calentar agua sin combustible ni costo, inventado en México* por David Guillermo Seager. El señor Seager se merece un reconocimiento por parte de las instituciones dedicadas a la ecología en nuestro país, por su preocupación e interés por el mejoramiento de las condiciones de vida sin afectar la naturaleza. En la introducción a la descripción del invento, el autor se muestra visionario, no en cuanto al éxito de su Heliósforo, sino en lo que se refiere a la destrucción de los bosques: “...y si el sistema [de calentar agua] llega a generalizarse economizando la leña que hoy se gasta en los grandes establecimientos que la consumen, cesará esa terrible tala que de algunos años a esta parte se hace en los montes cercanos a las grandes poblaciones y a los ricos minerales: tala que ha afectado ya considerablemente no sólo la riqueza, sino aun el clima y la salubridad de este suelo privilegiado; y que si sigue con los pasos agigantados que hasta aquí, producirá males de mucha trascendencia, y tal vez irremediables.” El calentador solar del señor Seager no prosperó, sin embargo en nuestros cibernéticos días, podemos encontrar a científicos igualmente entusiasmados con la idea de aprovechar la energía del astro mayor de nuestro sistema planetario.

# Descripción del Heliósforo

Aparato para calentar agua sin combustible ni costo, inventado en México por David Guillermo Seager, y de incalculable beneficio para este país por economizar el desmonte que con notoria rapidez está dejando las grandes poblaciones sin combustible.

Observaciones sobre la aplicación del calórico natural a los usos comunes y familiares del hombre

Los dones de la naturaleza han sido diseminados sobre la tierra con mano pródiga, pero no están distribuidos igualmente.

Mientras algunos países se hallan enriquecidos con extraordinarios depósitos de carbón de piedra, y de hierro, que les dan grandes ventajas sobre otros países en calórico artificial y en la producción del vapor, que tanto multiplica las fuerzas y riquezas de una nación; otros están dotados de oro y plata, menos útiles en verdad, pero que compensan la falta de aquellas cosas, más necesarias a la vida y desarrollo de la sociedad.

Si los ricos y florecientes trópicos proporcionan recompensas grandes, abasteciendo al mundo con sus preciosos productos, están, por el contrario, privados de las abundantes fuentes de calor artificial tan necesarias a los habitantes de las regiones heladas. Mientras que uno posee un sol ardiente que hace desmayar las fuerzas y actividad del hombre, el otro tiene inagotables minas de carbón que no solo cubren superabundantemente sus necesidades, sino que sirven además de estímulo a esa prodigiosa actividad que caracteriza a las razas septentrionales; pero la ciencia nos ayuda a compensar las necesidades de cada país, explotando en beneficio suyo los dones especiales que a la naturaleza plugo concederle. La aplicación del calórico natural a los usos ya expresados sería en Inglaterra inútil y superflua, en razón de su cielo nebuloso y de su enorme abundancia de carbón de piedra; pero en México, en donde desgraciadamente escasea este material, puede muy bien ser suplido por el perpetuo y constante sol que hace la claridad y hermosura de su atmósfera, y esta ventaja debe ser tratada como una cuestión de grande interés nacional, que puede descubrir mejoras importantísimas, hasta hoy desconocidas en estas regiones.

Me he dedicado por el espacio de seis años a la resolución de este problema: APLICACION DEL CALORICO NATURAL A LAS ARTES Y LOS USOS DOMESTICOS, y confío en que los pocos pasos que he dado hacia el progreso en este

corto tiempo, serán la iniciativa de más grandes resultados.

El medio siglo pasado ha sido más fértil en descubrimientos en el ramo imponderable de la física, que ninguna otra época en la historia de la ciencia. El vapor, la luz, la electricidad, el magnetismo y los gases, han sido explotados con resultados brillantes, confiriendo beneficios incalculables a la humanidad. El calórico o el manantial espontáneo y constante de calor natural no ha experimentado tan gigantescos adelantos, el clima de Europa y su gran abundancia de combustible ha llamado más la atención de los científicos hacia las propiedades y economía del calor artificial: y aunque mucho se ha logrado, la cuestión del calórico natural todavía presenta un campo hermoso al cultivador de las ciencias naturales. México, por la constancia de sus fenómenos atmosféricos, la claridad y hermosura de su cielo, su sol vertical, y la mucha escasez de combustible, promete admirables oportunidades de descubrimientos en este interesantísimo ramo de la física.

Los resultados satisfactorios que han coronado mis indagaciones en el corto espacio de seis años, son debidos a una dura tarea mental de aplicar principios a hechos probados por experimentos.

En la física, la fantasía e imaginación no tienen lugar, sino hasta que se han obtenido grandes resultados comprobados por muchos ensayos. La imaginación desenfrenada nos lleva a proyectos irrealizables, mientras la inducción nos conduce lentamente y paso a paso a grandes hechos, a la manera con que se levanta un grandioso edificio, colocando poco a poco con firmeza y seguridad piedra sobre piedra, hasta obtener el conjunto de un noble y duradero monumento.

Esperar en la civilización del hombre antes de levantarle de la miseria, es una quimera; si los océanos de tinta vertidos en subyugarlo y dominarlo hubieran sido empleados en el alivio de su condición, habríamos tenido menos guerras, crímenes y hambre en el mundo. La filosofía de los estoicos no ha hecho nada en favor del hombre. El frío, el calor, el hambre, el trabajo, las privaciones y las enfermedades, son todavía males positivos y reales.



El verdadero filósofo es el que hizo brotar dos granos de trigo en lugar de uno, el que inventó el vidrio, excluyendo el frío y dejando penetrar la luz, el que inventó un techo, un arado, una rueda, y el que descubrió las virtudes de las plantas. Estos han producido un bien más directo y permanente al género humano, que todas las teorías especulativas que han inundado y engañado al mundo.

La filosofía de inducción, cuya gloria pertenece a Inglaterra, y por medio de la cual ha logrado vencer la inercia de la materia, y anular la distancia, ha sido de más provecho a la humanidad que todos los esfuerzos de dominio sobre el pensamiento que el mundo ha sufrido desde las matanzas de los primitivos cristianos en los anfiteatros de la antigua Roma, hasta los últimos tormentos en los calabozos de Austria y Nápoles. [...].

Por medio de un asiduo estudio, sin apartarme un ápice de los principios de inducción, creo haber encontrado la llave que abrirá la puerta a grandes beneficios para mi país adoptivo.

Pudiendo producir resultados satisfactorios con diez o doce pies cuadrados de solana, por medio de un aparato sencillo, barato y muy duradero; todo el país, y cada individuo tiene a su mando, y bajo su dominio, un manantial enorme de calórico natural, negado a los países menos dotados de un sol tan constante y claro.

México, aunque goza por razón de su altura y su configuración particular, de un clima delicioso, sin embargo, el poder e intensidad de los rayos del sol no son menores que en cualquiera parte en la misma latitud, pues siempre tienen una intensidad tropical y mis esfuerzos se han dirigido a hacer que esta potencia sirva a los usos familiares, y convertirla por medios sencillos en objeto de utilidad general y popular, a las necesidades, salud, y deseos del hombre.

Se ha dicho que lo que parece eficaz en pequeña escala, es impracticable en escala grande. En mi invención sucede precisamente lo contrario, así como de una manera palpable acontece en casi todas las aplicaciones de los imponderables. El vapor, el más aprovechado del hombre por su asombrosa potencia, no vale nada en escala diminuta, mientras en escala mayor impele buques de 22,500 to-

neladas con gran velocidad, descarga ríos de agua de las más profundas minas, y lleva con la velocidad de 22 leguas por hora, enormes masas de efectos y gente. Esos maravillosos efectos son muy análogos al efecto de los rayos del sol sobre superficies diferentes. La presión del vapor a razón de 30 libras por pulgada cuadrada, llega a ser sobre un disco de diez pies de diámetro, la enorme presión de 339,000 libras. Un aparato de mi invención de dos pies cuadrados de superficie, evapora sin lumbre una libra de agua en 30 minutos; pues uno de 25 pies de superficie produce efectos proporcionalmente más grandes. El gas del alumbrado ofrece otra ilustración de la ventaja de valerse de los imponderables en escala grande. El producir una o dos luces sería un absurdo; pero en Londres, el tamaño de los receptáculos de distribución de gas se aproxima en circunferencia a la plaza de toros de Bucareli, y al doble de su altura; de consiguiente, el costo de uno de los centenares de millares de luces de un establecimiento es incalculablemente pequeño.

Para comprender claramente el principio de mi invención, o infiriendo que es el conjunto y combinación de cinco condiciones físicas, cuyos efectos unidos producen admirables resultados, cito algunas proposiciones de las cuales unas son evidentes, otras bien conocidas, y algunas de ellas, aunque no lo son, pueden demostrarse por experimentos.

- 1º La ciudad de México está bajo un sol tropical.
- 2º Está casi a la misma latitud de Veracruz.
- 3º No sufre el calor de Veracruz, por razón de su altura de 8,000 pies.
- 4º La tenuidad de la atmósfera no permite la retención del calor en el mismo grado que en la costa.
- 5º La diferencia entre el calor sensible a la sombra, y el de los rayos del sol, es mucho mayor en México que en Veracruz.
- 6º La altura no disminuye la intensidad de los rayos del sol.
- 7º La evaporación, al sustraer el calórico latente de un cuerpo, es un agente poderoso de frío.
- 8º La ausencia de presión atmosférica produce una eva-



## Los inventos de Carles Perelló

### El apresurador de ligues

**C**arles Perelló es sin duda un personaje muy especial. Y lo es por múltiples razones. Entre ellas, no es la más insignificante el que sea mi hermano. También es, dicho sea de paso, un matemático vertiginoso. Poderoso y sorprendente.

Fue él quien, cuando estudiaba yo la Prepa, me propuso el *enigma de Wig y Cut*, y que, cuarenta años después, dejé salir de los toriles *Deste lado del espejo* dos números atrás. Por si usted no lo vio, déjeme contarle muy rápidamente, despreocupado lector, en qué consistió, tanto en el enunciado como en su solución.

Los gemelos Wigberto y Cutberto pasean cerca de la playa y ven a la turgente prima Griselda asoleándose. Ambos deciden, ipso facto, caerle y ligársela. Ahora bien, sabedores de lo facilota que es la Gri, presienten que el que llegue primero llevará todas las de ganar. Los tres se encuentran en ese momento en las posiciones que se indican en la figura 1. Wig y Cut saben que, corriendo, su velocidad sobre el pasto es el doble que sobre la arena. Lo que no saben, y están especial y urgentemente interesados en averiguar, es cuál será el trayecto en que emplearán menos tiempo para llegar a la prima. Esa es la cuestión.

En el número anterior de *Ciencia y Desarrollo* ya publicamos y comentamos la solución. Resulta que el tiempo será mínimo si corren sobre una línea quebrada, como en la figura, que respete la Ley de Snell para la refracción de la luz; es decir, que el seno del ángulo de llegada a la frontera entre césped y arena  $\alpha$ , sea  $\rho$  veces el seno del ángulo de salida  $\beta$ . Donde  $\rho$  es el cociente entre las velocidades, sobre pasto y sobre arena;  $2$  en nuestro caso. Es decir,

$$\text{sen } \alpha = \rho \text{ sen } \beta$$

El caso es que cuando publiqué el *torito* en cuestión,

le pregunté a Carles si recordaba aquella antigua solución, con la esperanza de que fuera más sencilla que la única que se me ocurría ahora a mí. Desgraciada o afortunadamente no fue así. Porque a lo que dio lugar, en vez de una simple solución o de una solución simple, es a que Carles, convertido en una especie de *Ciro Perelloco*, inventara un instrumento demencial y maravilloso: el apresurador de ligues. Ya le dije que era especial. Sólo a él se podía ocurrir.

El ingenio consiste de la efe copetuda que le muestro en la figura 2. Es rígida y posee canales por donde corren las piezas **A**, **B**, **C**, **D** y **E**. Las distancias **a** y **b** son proporcionales a las que tienen el ligador y su presa, respectivamente, a la frontera entre césped y arena. Una vez fijadas, las piezas **A** y **B** permanecen inmóviles. La distancia **b/p** también se fija, con la misma proporción, pues el palito corto de la **F** es corredizo y ajustable.

La barra **ACE** pivota sobre **A** y puede deslizarse a través de **C** y de **E**. La barra **BDC** pivota sobre **B** y se desliza a través de **D** y **C**. El rombo **EFDG** está articulado en sus cuatro vértices, de manera que la barra **GF** pivote sobre **G**, se deslice a través de **F**, y sea la diagonal del rombo, es decir la perpendicular en el punto medio a la línea imaginaria **ED** (no hay ahí barra alguna).

Ahora, todo lo que le resta a nuestro ligador es hacer correr la pieza **C** (en el caso de la figura, un poco hacia la derecha) arrastrando las piezas **E** y **D**, para que la barra **GF** pase exactamente encima de **C**. Nuestro inventor afirma que en ese momento la posición de **C** representa el punto por donde debe pasar el pretendiente.

Veamos por qué. La figura 3 representa la efe con copete cuando la barra **GF** pasa sobre **C**. Hay algunos trazos y letras que ya no pongo y, en cambio, hay otros nuevos, para que todo sea más claro (!). Fijese en el triángulo **HEC**. El ángulo en **E** es igual a  $\alpha$  pues sus lados son paralelos.

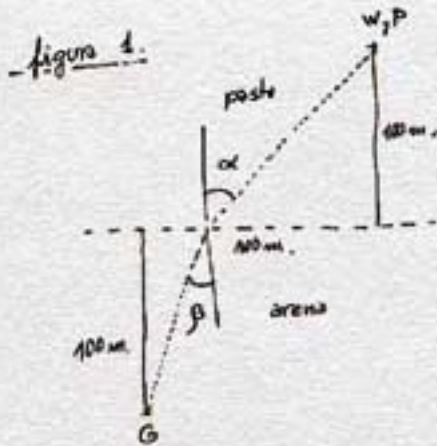
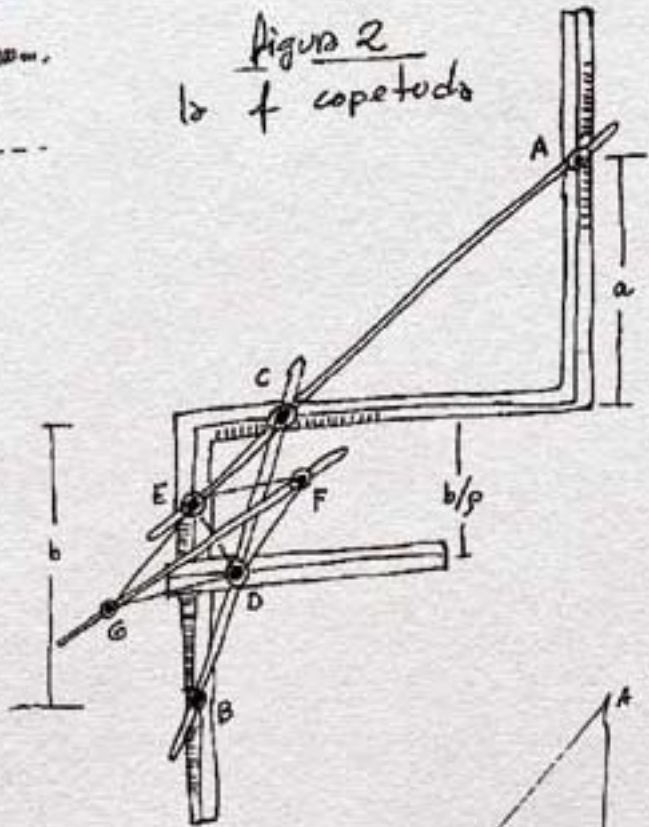


Figura 2  
la f copetoda



Así,  $\text{sen } \alpha = \text{HC}/\text{EC}$ . Ahora, en el triángulo DCK, el ángulo en C es precisamente  $\beta$ , y  $\text{sen } \beta = \text{DK}/\text{DC}$ . Pero  $\text{EC} = \text{DC}$ , pues son los dos lados del rombo, y  $\text{HC} = \text{JK}$ . Además, los triángulos BHC y CDK son semejantes, sus tres lados son paralelos y por lo tanto proporcionales. O sea  $\text{HC}/\text{DK} = \text{BH}/\text{KC} = \rho$ . O sea,  $\text{HC} = \rho \text{DK}$  y,  $\text{sen } \alpha = \rho \text{sen } \beta$ , que es de lo que se trataba.

Así pues, el apresurador de ligues funciona. Carles ya decidió en patentarlo y producirlo en gran escala. Lo tiene todo pensado, en las versiones profesionales será de madera y metal. En las atestadas playas populares, sin embargo, los habrá de plástico, menos exactos pero a precios mucho más accesibles. Es preciso, además, que la arena y el cespel estén cuadrículados de manera cuidadosa y visible, para que el ligador pueda calcular distancias y ángulos con sólo un vistazo. O bien, que cuente con un teodolito-taquímetro confiable. De hecho, en las versiones más lujosas, el apresurador de ligues ya vendrá con estos instrumentos integrados, a la manera de los antiguos astrolabios, lo que permitirá su utilización de manera mucho más expedita.

Y más le vale al Don Juan profesional que se quiera valer del apresurador, familiarizarse bien con su uso y propiedades, porque si titubea o se le traba, le va a salir el tiro por la culata y cualquier pescagringas aficionado le comerá el mandado. ●

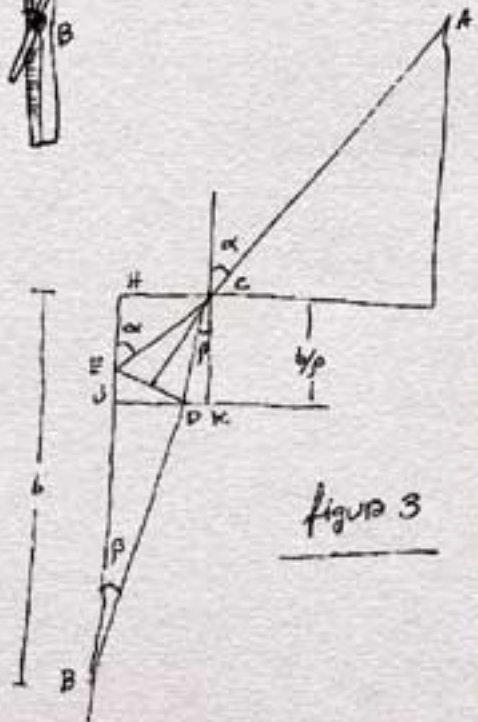
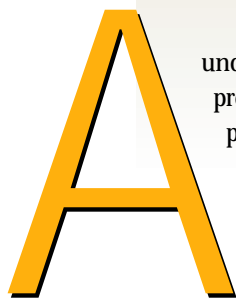


Figura 3

A toro pasado (solución al torito del número 155)

El gusto por lo redondo

### Dos por cuatro ooocho, dos por cinco dieeeez...



Aunque no son imprescindibles para resolver nuestro problema, establezcamos una serie de hechos que nos permitirán abordarlo de manera más precisa y convincente.

Un número primo, recuérdelo usted, nostálgico lector, no es un número tonto ni descende de los números tíos, sino que es aquel que no puede ser dividido exactamente por otro número menor que él, excepto por el 1, por supuesto. Así, el 2, el 7, el 19 o el 127, digamos, son primos. El número de números primos es infinito, tal como ya lo demostraron los griegos del siglo de Pericles, y un poco después también lo pusimos en evidencia aquí, *deste lado del espejo*.

La cosa es que todo número natural puede expresarse como un producto de primos. Por ejemplo, el 252 es igual a  $2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 7$ . No es difícil darse cuenta que esta descomposición en factores primos sólo puede hacerse de una manera para cada número. Ensaye, piénsese y convéncase, tenaz lector. Un número primo, en el límite, también es un producto de primos, si admitimos la perogrullada de que  $73 = 73 \times 1$ . No pos sí. (¡No olvidemos que el 1 también es primo!). Además, no perdamos de vista que el producto es una operación conmutativa. Aquello que decimos de que “el orden de los factores no altera

el producto”, lo cual será muy cierto en matemáticas, pero no a la hora de amar o cocinar, dicho sea de paso. O sea que  $2 \times 3 = 3 \times 2$ . También es una operación asociativa; en otras palabras, puedo multiplicar por cachos:  $2 \times 3 \times 4 = 2 \times 12 = 6 \times 4 = 8 \times 3$ .

Ora sí. Entrémosle. 1000! será pues el producto de 1000 números (si contamos el 1), cada uno de ellos pudiendo expresarse a su vez como un producto de primos. Así, podremos escribirlo como un producto de varios miles de primos. Vaya usted a saber cuántos. No se apure, no se lo voy a preguntar. En cualquier caso, de esta manera evitaremos el peligro de pensar que el número de ceros al final de 1000! será igual al número de dieces que tenga como factores, lo cual no es del todo falso, si nos damos cuenta de que hay “dieces ocultos”. Pa’ que me entienda, el 2 del  $14 = 2 \times 7$  podrá multiplicarse con el 5 del  $15 = 3 \times 5$  para formar un “nuevo diez” y por lo tanto otro cero al final. De esta manera, veremos que habrá tantos ceros como productos de  $2 \times 5$ .

Ahora bien, y ese es todo el *quid* de nuestro *torito*, démonos cuenta de que el número de *doses* es mucho mayor que el de *cincos*, pues cada número par tiene al menos uno. Es decir, hay al menos 500. Vamos sobrados de doses. A ningún cinco le costará encontrar su dos. Así pues, el número de ceros será igual al número de cincos. ¡Eso es todo! No tenemos más que contarlos. En total habrá 200 múltiplos de 5 (20 en cada centena). Pero tengamos cuidado, pues habrá además 40 múltiplos de  $25 = 5 \times 5$  (4 en cada centena) que añaden (cada uno) un cinco más. Habrá igualmente 8 múltiplos de  $125 = 5 \times 5 \times 5$ , con un cinco más cada uno, y, finalmente un  $625 = 5^4$ , que contribuye con otro. Así pues el número total de factores iguales a cinco, y el número total de ceros al final de la expresión de 1000! será  $200 + 40 + 8 + 1 = 249$ .

Si se me hubiera ocurrido a tiempo, le hubiera cambiado el 1000 por 1005, para que el resultado fuera 250. Nomás por el bobo placer de los números redondos. Ora que, un número con 249 ceros a la derecha, reconozca usted, justo lector, es un número bastante redondo. 🌀



## El torito

*Yo sé perder...pero no pierdo*

### Los estrategas de la Mesa Redonda

Cuando estas líneas lleguen a sus manos, querido y amable lector, nos encontraremos, ora sí, en un nuevo año, un nuevo siglo y un nuevo milenio. Los habitantes de la Tierra volveremos a estar todos en el mismo siglo, después de un año de desfase, en el que los dosmileros se nos adelantaron y vivieron en el futuro. Según lo que cuentan, la vida allá fue bastante parecida a la del presente.

La abuelita de Wig y Cut es de las que sabía, como todas las abuelitas sabias, que el nuevo siglo sólo empezaría en el 2001. Así que no se dejó impresionar y preparó la gran cena de Siglo Nuevo para el día preciso: el 31 de diciembre del 2000.

Pidió a sus queridos nietos que le ayudaran a poner la mesa para tan sonada ocasión, a lo cual los muchachos accedieron gustosos y eufóricos. La prima Griselda vendría a cenar. Antes de empezar a poner nada sobre la gran mesa redonda, a Wig, para variar se le ocurrió un juego. Encontró en uno de los cajones del trinchador una cantidad inverosímil de portavasos. Debía haber cientos, tal vez miles. Todos redondos e igualitos.

A ver Cut. Vamos poniendo los portavasos sobre la mesa. Uno tú, uno yo, donde uno quiera, hasta que ya no quepan. No se vale encimarlos ni mover los que ya están puestos. Aquel que ya no pueda poner uno porque ya no cabe, pierde, y deja que el otro sea quien se siente junto a Gri, ¿sale?

Cut miró de reojo a su hermano, temiendo una de sus estrategias. Reflexionó un buen rato mientras jugueteaba con los portavasos y, de repente, se le iluminó la cara. "De acuerdo", dijo, con una sonrisa de arete a arete, pensando en la dulce velada que le esperaba junto a Griselda. Wig se preocupó, pero no creyó que el buenazo de su hermano hubiera encontrado el modo seguro de ganar en tan inocente juego. "¿Quién empieza?" dijo retador. "Como quieras", respondió con aire superior Cut. Entonces Wig ya se preocupó más.



¿Existirá alguna estrategia de gane seguro en tan insólito juego? Fíjese que no hablamos del tamaño de la mesa ni de los portavasos. ¿Aun así?, piénsese e intente estar preparado cuando quiera cenar junto a una bella Griselda, o un guapo Wigberto, por supuesto, sin que ningún latoso haga mal tercio. Yo le diré en dos meses más cómo le hizo Cutberto.

Mientras lo piensa, estimado y fiel lector, al mero inicio del milenio, no se olvide de ser feliz, optimista y entusiasta. Que las fiestas le hayan sido alegres. Que usted y los suyos tengan mucha suerte y, sobre todo, que no la necesiten. ●

## Corte una oreja

*Ciencia y Desarrollo* sorteará un lote de libros entre todos los lectores que lidien correctamente al 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, edificio anexo, P.B.**  
**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.**

Respuestas acertadas al torito 154:

Mónica Morales Zúñiga	México, D.F.
José Luis López Goytia	México, D.F.
Francisco Escamilla	México, D.F.
Luis Enrique Toledo	León, Gto.

En el sorteo realizado para el número 154 resultó ganador José Luis López Goytia, quien recibirá a vuelta de correo el lote de libros correspondiente. ¡Felicidades!

## Tecnología “extraterrestre”

**A**quellos que creen en el origen extraterrestre de los ovnis normalmente se ven acorralados y se callan la boca cuando alguien les pide evidencia tangible que muestre en dónde han ocurrido tantos y tan regulares encuentros que ellos aseguran han tenido algún efecto perceptible en la vida cotidiana de los seres humanos. Sin embargo, en algunos casos sí se han animado a señalar que ciertos avances tecnológicos y conocimientos sobre la naturaleza son aportación de esos hipotéticos visitantes de lejanas estrellas. Lamentablemente para ellos, la realidad cotidiana ha venido a desmentir una y otra vez ese tipo de afirmaciones.

Sucede así que, por primera ocasión en muchos años, el Premio Nobel de Física no se otorgó este año a alguien que hubiera logrado un descubrimiento teórico importante en esta ciencia, responsable de investigar los más recónditos secretos de la energía, la materia y el universo en que vivimos. Esta vez, los académicos suecos que determinan a quién se otorga ese lauro –que convierte a sus receptores en miembros de la mejor aristocracia que ha creado el género humano– decidieron distinguir a tres inventores y físicos prácticos, científicos pioneros de la tecnología de los transistores; los circuitos integrados, los microchips y los semiconductores, hallazgos tecnológicos que han cambiado para siempre y para bien la vida de todos los seres humanos, lanzando de paso una revolución tecnológica de la que sólo estamos viendo los primeros efectos.

El Nobel de Física se repartió, así, de la siguiente manera: la mitad de los 915 mil dólares que se otorgan se dividirán entre el ruso Zhores I. Alferov y el estadounidense Herbert Kroemer, de la Universidad de California, inventores de las llamadas “heteroestructuras semiconductoras”, que dieron lugar a los transistores ultrarrápidos y a los rayos láser semiconductores, mismos que constituyen la esencia de la comunicación por satélite y los teléfonos móviles o celulares, de las comunicaciones por fibra óptica, de las cabezas lectoras de los discos compactos (CDs) y de los lectores de códigos de barras.

La otra mitad del premio fue para Jack S. Kilby, científico al servicio de la empresa Texas Instruments, quien junto con Robert Noyce, fallecido en 1990, inventó en 1959, nada menos que el circuito integrado de las computadoras, también conocido como microchip. Kilby es dueño, además, de unas 60 patentes estadounidenses, muchas de ellas con potencial de desarrollo tecnológico y alcances similares al del microchip.

Pues resulta que ambos grupos de científicos han sido víctimas de infundios por parte de grupos de charlatanes, o fanáticos religiosos. Los inventores de las lectoras de láser son considerados por algunos fundamentalistas cristianos culpables de hacer cumplir esa profecía apocalíptica de que a todo el mundo se le colocará en la muñeca, o en algún lugar del cuerpo, cuando llegue el Anticristo, el famoso número de la bestia, para poder ser identificado como seguidor o esclavo del demonio. Estos pertinaces



embaucadores consideran, por lo tanto, que los diagramas de barras y las bandas magnéticas de las tarjetas de crédito son un complot satánico de los seguidores del Anticristo, ya que, según ellos, esas identificaciones en clave incluyen siempre el número 666 –lo cual es falso–, que de acuerdo con el libro de la Revelación identifica al mismísimo Anticristo y así lo manifiestan en México predicadores fundamentalistas como Armando Alducin.

Otro grupo de personajes ignorantes, como quienes creen que los ovnis son naves tripuladas por extraterrestres, encabezados en México por el locutor Jaime Maussán, asegura que los microchips son una tecnología extraterrestre, extraída de algunos platillos voladores estrellados que, supuestamente, recuperó el gobierno de los Estados Unidos a lo largo de los años cuarenta y cincuenta. Ello resulta absurdo, ya que los primeros microchips fabricados por Kilby eran muy rudimentarios e indignos de una tecnología alienígena capaz de viajar entre las estrellas.

Según Maussán, también la preocupante información acerca de los efectos nocivos de las emisiones de clorofluorocarbonos en la atmósfera –en donde están destruyendo la capa de ozono–, le fue igualmente proporcionada por algunos extraterrestres al famoso “contactado” suizo Billy Meier, negándole así su mérito al químico mexicano-estadounidense Mario Molina Henríquez, Premio Nobel de química en 1995, y verdadero descubridor de tales efectos, mismos que dio a conocer en 1972, antes de que Meier inventase lo de sus contactos y filmase varias películas con una pequeña maqueta de un platillo volador, fabricada con tapones de rueda de auto, misma que fue descubierta escondida en un clóset en casa del mitómano Meier por Jim Lorenzen, director de APRO, un grupo investigador creyente en el origen cósmico de los ovnis.

En este aspecto resulta muy justo que, al haber sido reconocidos con el Premio Nobel, la historia de todos estos hallazgos tan trascendentales se conozca mejor entre

un público no siempre bien informado, y se arranquen de raíz los infundios malintencionados en torno de estas creaciones tecnológicas.

La electrónica de los materiales semiconductores revela directamente la validez de los hallazgos de la teoría cuántica, una de las hazañas intelectuales más grandes de la humanidad, la cual pone de manifiesto las inesperadas propiedades que posee la materia dentro del microcosmos de las partículas que integran el átomo. Esa tecnología ha evolucionado en forma inmediatamente posterior a los descubrimientos teóricos; es consecuencia de los mismos y no surgió de la nada, como hubiera ocurrido si fuese una aportación de civilización ajena a la nuestra.

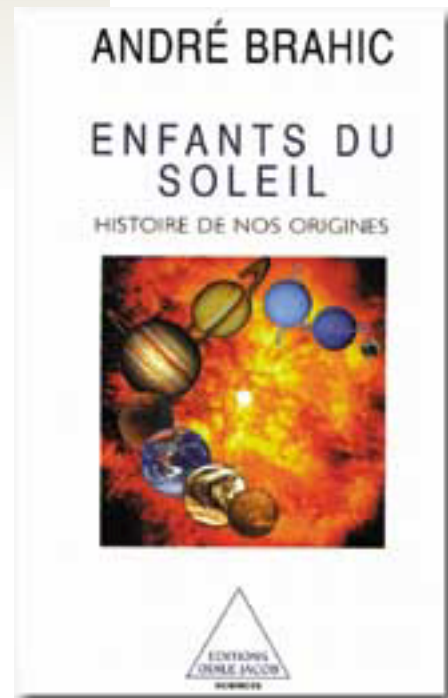
Los ovniólogos también han asegurado que la llamada tecnología “stealth”, que le ha permitido a los Estados Unidos construir aviones de combate y bombarderos “invisibles” al radar, es también un caso de tecnología extraterrestre. Desde luego no hay base alguna para sospechar tal cosa, ya que de acuerdo a como está conformado el mito, los ovnis hacen todo menos tratar de ocultarse a los ojos e instrumentos de los seres humanos. Lo cierto es que el estudio de la tecnología de materiales absorbentes de las ondas de radar se remonta a la segunda Guerra Mundial, y la historia del desarrollo químico del recubrimiento de los aviones Stealth B2 Spirit por contratistas, como la empresa Radiant Labs. Inc., puede ser consultada por cualquiera que haga una búsqueda muy superficial en Internet.

Todas estas patrañas revelan la ignorancia de fondo de quienes las proponen, ya que si en verdad existiese una nave extraterrestre en poder del gobierno de los Estados Unidos, la tecnología que importaría extraer sería la que permita viajar entre las estrellas a velocidades mayores que la de la luz. Todo lo demás resulta ser infinitamente trivial comparado con ese conocimiento. 🌀



## Hijos del Sol. Historia de nuestros orígenes

CESAR MEDINA SALGADO



**D**esde hace mucho tiempo el hombre se ha formulado una serie de preguntas ontológicas. De entre éstas destacan las de saber de ¿dónde proviene?, ¿cómo se ha formado el sistema planetario?, ¿cuáles fueron los mecanismos para que la Tierra llegara a ser un planeta azul y la cuna de la vida?, ¿por qué los otros planetas no tienen o no reúnen las condiciones propicias? y ¿qué ha acontecido durante los últimos cuatro mil millones de años? Hasta ahora una de las explicaciones mejor establecidas es la formulada por Stephen Hawking, el físico teórico de la Universidad de Cambridge, quien, en su libro más famoso, *La historia del tiempo*, genera una serie de hipótesis en torno a la gran explosión conocida como *Big-Bang* y el fenómeno de expansión/contracción del Universo, y trata de dar respuesta a las interrogantes antes formuladas. Al respecto Brahic opina: “Han pasado millones de años para que los hom-

Brahic, André. *Enfants du soleil. Histoire de nos origines*, Ed. Odile Jacob, Paris, 1999, 366 p.

bres pudiesen inventar poderosos mundos imaginarios. Desde el principio, se enfrentaron al cambio y se han dotado ellos mismos con herramientas de observación para descubrir el mundo real." La primera lección de esta aventura consiste en que la naturaleza tiene mucho más imaginación que todos los hombres juntos, y la segunda muestra que, gracias a las numerosas observaciones recuperadas hasta ahora, se sabe lo que no aconteció. Si bien el estudio de los orígenes del hombre y del universo concierne a todos los astrónomos, los físicos, los químicos, los matemáticos, los mineralogistas, los geofísicos y algunos otros profesionales, tales implicaciones filosóficas y sociológicas, que se encuentran en marcha, suscitan las pasiones y toda una suerte de polémicas, e incluso entre los mismos científicos, las disputas son numerosas. Las diferencias observadas quizá provienen de la exploración de autores que se ignoran deliberadamente. Un estudiante de textos dedicados a responder la pregunta sobre nuestros orígenes encontrará más ideas de filósofos que de ingenieros, y, de cualquier forma, más de metafísica que de física, pero la situación está cambiando. La investigación espacial, el desarrollo de los medios de observación y de análisis proveen de herramientas poderosas que permiten vivir una verdadera revolución en la historia y adquirir conocimientos. Las personas ya no pueden ignorar las responsabilidades establecidas por las observaciones y los modelos, y al parecer se sostiene la evidencia de que la Tierra, la Luna, el Sol, las estrellas y los objetos estelares fueron creados en un día y están en constante evolución. Los ancestros del hombre pensaban diferente. Muchos creían que los astros siempre habían estado allí y que lo estarían por toda la eternidad, pero algunos afirmaban que la idea misma de evolución es extraña a los hombres.

En suma, toda la investigación de nuestros orígenes a lo largo de los tiempos es una sucesión de ideas preconcebidas, de vacilaciones y de callejones sin salida, con frecuentes y crueles contradicciones observacionales y algunos avances impresionantes. Como decía Paul Valéry: ["... mientras] más hay de metafísica, menos hay de física, y viceversa". Las dificultades en estas concepciones sobre el origen del sistema solar se refieren a la idea de que es úni-

co y que está a nuestra disposición. ¿Vivimos en un sistema más improbable y único?, ¿el sistema solar es un monstruo?, o bien, ¿se trata del sistema más trivial y común de la galaxia? Es evidente que el descubrimiento de otros sistemas solares permitirá extraer las características comunes y eliminar aquellas que no coinciden, debido a las condiciones particulares iniciales. En la actualidad la situación es la misma: a partir de un individuo se trata de deducir las reglas generales para la vida en sociedad.

Una segunda dificultad está ligada al hecho de que es perjudicial retroceder hacia el pasado. La idea del posible ensamblaje y recuperación de las circunstancias actuales a partir de las principales condiciones diferenciales del momento inicial, por el momento no es un único recurso. La observación del aterrizaje de un paracaidista desde la ventana de una casa no nos dice nada sobre la altura desde la cual saltó del avión ¿tres mil metros o quinientos? Esta situación es similar con respecto al origen del sistema solar; uno puede imaginar las diferentes condiciones principales que le dieron inicio, y que en conjunto condujeron a lo que se observa en la actualidad. La investigación espacial, con todas sus observaciones modernas, está aportando una serie de hechos, pero permanece sin saber cuáles se encuentran relacionadas con la formación del sistema solar. La enorme cantidad de datos acumulados a lo largo de los dos últimos decenios ha permitido descubrir una cosa: el problema es mucho más complejo de lo que se suponía, y esto se demuestra con la gran diversidad de objetos y de mecanismos observados.

La naturaleza es siempre más rica que lo antes imaginado *a priori*. Ella, en todo caso, tiene mucho más imaginación que el más brillante de los teóricos o de los filósofos, y este es el argumento central que Brahic busca probar en su obra, a partir de las propuestas provenientes de la teoría del caos y de la complejidad. Cada uno de los capítulos se encuentra acompañado con esquemas e ilustraciones, pero destacan por su calidad aquellas contenidas en una sección especial en el sexto apartado. En ellas se muestran distintos aspectos del Sol y de los planetas más alejados del sistema solar, así como nebulosas y galaxias. ●

## Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX

XOCHITL MARTINEZ BARBOSA

“Libro de provecho, conveniencia e interés”

Las palabras que dan título a estas líneas son las que resumen la noción de utilidad, según se puede leer en el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua*. Con ello quiero iniciar, haciendo algunos comentarios acerca del *Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX*, elaborado por Carmen Castañeda de Infante y Ana Cecilia Rodríguez de Romo, y publicado por el Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1999.

El *Catálogo* abarca el periodo de 1900 a 1936, año en que se instituye el servicio social obligatorio, por lo cual, a partir de entonces, la realización de las tesis pasa a ser optativa. Se registran las 2 825 tesis del siglo XX que tiene en custodia la Biblioteca doctor Nicolás León de la Facultad de Medicina, con su ubicación física y ficha bibliográfica, y contiene, asimismo, el tema tratado bajo la terminología médica actual, aspecto este último que le da valor agregado al trabajo, por ofrecer un contenido sistematizado. Además, está presentado de forma alfabética y cronológica para facilitar su manejo, e incluye un índice de temas y autores.

El *Catálogo* es de gran provecho para el lector en general, el historiador, el médico o el interesado en el pasado reciente de la medicina mexicana, porque muestra una gama de temas, y la primera lectura ofrece una perspectiva acerca de asuntos variados y autores, estos últimos forjadores de la medicina del inicio del siglo XX, y muchos de ellos maestros de generaciones de médicos o figuras que alcanzaron cierta representatividad en el marco de la ciencia médica. También, los estudiantes de medicina que sustentaron una tesis y cuyo nombre no iluminó por-

Castañeda de Infante, Carmen y Ana C. Rodríguez de Romo, *Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX*, México, 1999, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, UNAM, 296 p.



tadas de libros u ocupó algún sitio en la Academia Nacional de Medicina o, bien, algún lugar preponderante en determinada institución de salud o de enseñanza médica, son tópicos de investigación, simplemente como miembros de varias generaciones de médicos egresados de nuestra Universidad Nacional. Los temas, como se mencionó, son tan variados que ofrecen una visión de las prioridades de la época en que fueron escritas y de su abordaje. El lector de las tesis de medicina del presente siglo podrá constatar que aun cuando los recursos para obtener información expedita no eran entonces tan extendidos como ahora, los estudiantes podían consultar y abreviar en textos de suma actualidad, como los de las escuelas médicas de España y Francia. La disponibilidad de fuentes útiles y fidedignas era viable; por ello, conocer la bibliohemerografía en la que se apoyaron las tesis puede significar otro punto de interés para el estudioso.

El *Catálogo de las tesis de medicina del siglo XX*, precedido por un trabajo similar sobre los trabajos que se desarrollaron en el XIX,<sup>\*</sup> ofrece grandes bondades al médico, al historiador o a aquel interesado en hurgar en el pasado familiar o en el currículo de un médico conocido, con el fin de encontrar el dato preciso. Los agradecimientos y la dedicación, asuntos ignorados en una lectura a primera vista, ofrecen una riqueza singular que permite esbozar el panorama de los maestros de generaciones de médicos, detec-

tar relaciones familiares o, bien, dilucidar el perfil del estudiante que presenta su tesis.

En cuanto a su manufactura, las tesis siguen un esquema metodológico más o menos homogéneo, lo cual también refleja el rigor con el que fueron elaboradas. Hacen un planteamiento del problema, contienen antecedentes, muestran los resultados y, en ocasiones, están acompañadas de apoyo gráfico. Las ventajas que ofrecen dichas tesis nos hacen recordar que es una pena que en la actualidad el estudiante de medicina ya no deba elaborar un trabajo de esta índole, pues es indudable que representa la oportunidad para integrar los conocimientos adquiridos y desarrollar un problema bajo bases metodológicas, lo que al mismo tiempo permite sistematizar el conocimiento y transmitirlo.

Un punto más de interés para el investigador es la posibilidad que ofrece este libro para seguir un tema a lo largo del tiempo, o la gestación y el desarrollo de especialidades médicas. Son numerosas las tesis sobre cirugía, ginecología, obstetricia, pediatría, y enfermedades como la sífilis o el paludismo, que fueron motivo de campañas sanitarias y de múltiples estudios. Como lo apuntan las autoras en el prólogo del *Catálogo de las tesis del siglo XX*, algunas de ellas son resultado del trabajo experimental, de investigaciones bibliográficas o de recopilación y análisis de casos clínicos.

Para terminar no queda más que agradecer que profesionales de la talla de Carmen Castañeda de Infante y de Ana Cecilia Rodríguez de Romo dediquen gran parte de su tiempo al desempeño de tareas que han fructificado en este catálogo de gran utilidad, provecho e interés. 🌟

<sup>\*</sup> Carmen Castañeda de Infante, coord., *Catálogo de tesis de medicina del siglo XIX*, México, 1988, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, Facultad de Medicina, CESU, UNAM.

## Foro Permanente de Ciencia y Tecnología

En los últimos años, el Estado mexicano ha realizado esfuerzos para mejorar las condiciones en que se desarrollan las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico que llevan a cabo las instituciones de educación superior y los centros de investigación del país. Uno de estos esfuerzos redundó en la expedición de la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, publicada en el *Diario Oficial* de la federación del 21 de mayo de 1999, que representa un nuevo marco legal para el desarrollo de tales actividades y el avance de la importancia del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico.

La Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica define y establece los principios, incentivos e instrumentos que conforman las bases de un nuevo sistema de apoyo público federal para la promoción de la ciencia y la tecnología. Este nuevo sistema comprende, entre otros elementos, un mecanismo de participación que permite a

todos los sectores vinculados con estas actividades contar con una vía formal para expresar sus opiniones y recomendaciones. Los cambios ocurridos en la ciencia y la tecnología en los últimos decenios exigen la participación decidida de los sectores involucrados en las actividades que influyen directamente en el desarrollo nacional.

En este contexto, dicha Ley crea el Foro Permanente de Ciencia y Tecnología como un órgano autónomo de consulta del Ejecutivo Federal, en el que se atiende la necesidad de alentar a la comunidad científica y tecnológica, a las instituciones de educación superior y a los sectores social y empresarial, para que participen y opinen en el proceso de toma de decisiones sobre la materia.

El Foro Permanente de Ciencia y Tecnología busca propiciar la discusión de las distintas propuestas de la comunidad científica y el diálogo más abierto y claro con el resto de la

sociedad, en particular con el gobierno federal y con el Congreso de la Unión. Se parte de la premisa de que el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en el país requiere de una participación activa y comprometida de todos los sectores involucrados, por lo que este instrumento permitirá canalizar opiniones y propuestas a las distintas instancias federales, así como la adaptación oportuna de leyes e instrumentos acordes con la experiencia y los retos que se vayan presentando.

El Foro está integrado con representantes de centros e instituciones de carácter nacional, reconocidas por su desempeño permanente en la investigación y por su representatividad de los sectores social y privado. La Ley prevé que en él participen el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, la Academia Mexicana de Ciencias, la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, y otras instituciones y personas relacionadas con la investigación científica y tecnológica.

Los integrantes del Foro son: Antonio Peña Díaz, Pablo Rudomín Zevnovaty, René Raúl Drucker Colín, Julio Rubio Oca, José Luis Fernández Zayas, Feliciano Sánchez Sinencio, José Luis Morán López, Kaethe Willms Manning, Arturo Fernández Pérez, Sylvia Ortega Salazar, Manuel Méndez Nonell, Ranulfo Romo Trujillo, Octavio Obregón Díaz, Isaac Rudomín Goldberg, Julio Sotelo Morales,



Instalación del Foro Permanente de Ciencia y Tecnología por el licenciado Carlos Bazdresch Parada.



De izquierda a derecha, Jaime Parada, David Torres, en representación de Julio Rubio Oca, Pablo Rudomín, Carlos Bazdresch, Miguel Limón Rojas, Guillermo Soberón Acevedo, René Drucker Colín y José Luis Fernández Zayas durante la instalación del Foro Permanente de Ciencia y Tecnología.

Edmundo Chávez Cosío, Jaime Noriega, Jaime Parada, Cristina Loyo, Leopoldo Rodríguez Sánchez, Luis Cárcoba García, Daniel Servitje Montull, Raúl Quintero Flores, Alejandro Martínez Gallardo y Francisco Guzmán Álvarez.

De acuerdo con la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, el Foro Permanente de Ciencia y Tecnología tiene las siguientes atribuciones: participar en la formulación y evaluación de políticas de apoyo a la investigación científica y al desarrollo tecnológico y emitir su opinión sobre las mismas; colaborar en la formulación y evaluación del Programa de Ciencia y Tecnología y dar su opinión sobre el mismo a las dependencias y entidades que intervengan y colaboren en su integración, conforme a lo dispuesto en la Ley; proponer áreas y acciones prioritarias de gasto que demanden atención y apoyo en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico, formación de investigadores, difusión del conocimiento científico y tecnológico y cooperación técnica internacional, y proponer las medidas y estímulos fiscales, esquemas de financiamiento, facilidades administrativas en materia de comercio exterior, así como modificaciones a los regímenes de propiedad industrial e intelectual, que estime necesarios para el cumplimiento del Programa.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) tiene la responsabilidad de transmitir a las dependencias, entidades y demás instancias competentes, las opiniones y recomendaciones de los integrantes del Foro, así como informar a los integrantes de éste el resultado correspondiente. Asimismo, el Conacyt otorgará los apoyos necesarios para su adecuado funcionamiento. ●



Asistentes a la Primera Feria de Promoción de Becas al Extranjero.

## Primera Feria Educativa de Posgrado y Promoción de la Convocatoria 2001 de Becas Crédito para el Extranjero

Representantes de casi 40 universidades de Alemania, Australia, Canadá, España, los Estados Unidos, Francia y el Reino Unido visitaron nuestro país para formar parte de la Primera Feria Educativa de Posgrado y Promoción de la Convocatoria 2001 de Becas Crédito al Extranjero, organizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Al menos 1 400 personas fueron atendidas en las ciudades de Mérida, León y Monterrey, durante los primeros tres días del evento, con el que se llevó a los diferentes estados de la República la oportunidad de que los jóvenes tuvieran contacto directo con los representantes de universidades extranjeras que tienen convenios con el Conacyt.

En León, se recibieron 350 estudiantes de Jalisco, Michoacán, Querétaro y San Luis

Potosí; a Monterrey acudieron 450 personas de Saltillo, Chihuahua y otras ciudades cercanas, mientras que en Mérida se recibió a un total de 600 estudiantes de todo el sureste mexicano, y en la ciudad de México fueron atendidos más de 1 500 jóvenes interesados en realizar sus estudios de maestría y doctorado.

Asimismo, se dictaron diversas conferencias en las que cada uno de los representantes de las universidades o los gobiernos de Canadá, España, o los Estados Unidos hablaron sobre los tipos de becas que se ofrecen y los requisitos a cubrir por parte de los estudiantes. Un ejemplo de ello es el caso de la DAAD de Alemania, que entre otras cosas ofreció un curso de alemán en el Instituto Goethe, para aquellas personas que resultaron ganadoras de una beca en ese país. ●

## Seminario sobre Evaluación de la Educación Superior y la Investigación en México y el Reino Unido

En la última reunión de la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (Conpes) se tomó la decisión de constituir el Consejo para la Acreditación en México, que si bien se apoyará en la experiencia de los Centros de Investigación de Educación Superior (CIES) también promoverá la evaluación para fines de acreditación, anunció Daniel Reséndiz, subsecretario de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública, en la ceremonia de inauguración del Seminario sobre Evaluación de la Educación Superior y la Investigación en México y el Reino Unido, organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Consejo Británico.

Reséndiz señaló que los centros de enseñanza afiliados a la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior (ANUIES), el propio Conacyt y el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, (Conaculta), entre otras instituciones, que forman parte de las Conpes, acordaron que esta aprobación se realizará por intermedio de organismos llamados de tercera parte, es decir, creados de manera espontánea por la sociedad civil para acreditar programas educativos, no sólo en ciencia, sino en humanidades, artes, etc. Este es un paso muy importante para la realización de los programas de evaluación en todas las áreas, ya que se tomarán en cuenta desde los métodos de aceptación de los alumnos, hasta la manera como está constituida la planta académica en las universidades, en qué forma se ofrece el servicio educativo o de qué modo interactúa el programa con la sociedad, todo con el propósito de evaluar de manera integral el Sistema de Educación Superior.

Reséndiz reconoció también la labor del



Carlos Bazdresch, Daniel Reséndiz, Alan Couri y John M. Roger en la reunión de la Conpes.

Conacyt en materia de evaluación y mencionó que el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia que ha llevado a cabo a lo largo de estos años ha sido muy importante y, por ello, ahora el Conaculta y otros organismos acordaron apoyarse en la experiencia de esta institución para hacer un padrón nacional destinado a la excelencia académica.

A su vez, Alan Couri, director del Consejo Británico, comentó que mediante el trabajo de cooperación entre ambos consejos se ha establecido un diálogo más conciso y benéfico para ambas partes, por lo cual espera que se continúe con el intercambio de experiencias con México.

Al hacer uso de la palabra, Carlos Bazdresch Parada, director general del Conacyt, comentó que este Seminario de Evaluación de la Educación Superior y la Investigación en

México y el Reino Unido forma parte de las actividades para celebrar los 30 años del Programa de Becas, durante los cuales el Consejo ha realizado un gran esfuerzo para evaluar los programas de posgrado, y esta evaluación tiene como resultado la posibilidad de otorgar mayor financiamiento a estudiantes y generar más programas de excelencia.

Destacó, además, que durante estos 30 años se han establecido muy buenas relaciones con organismos de otros países, en especial el Consejo Británico, con el cual se compartirán en esta ocasión las experiencias en materia de evaluación de programas de posgrado.

En la inauguración de este Seminario estuvieron también presentes John M. Roger, representante de United Kingdom Higher Funding Councils, así como expertos de los centros SEP-Conacyt y ANUIES, entre otros.

---

## Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos

La existencia del Premio Nacional de Ciencia y Tecnología en Alimentos es una excelente forma de estimular la investigación, desarrollar programas de apoyo a la investigación, mediante financiamientos y proyectos que se realizan en las instituciones científicas y tecnológicas”, afirmó Jaime Martuscelli Quintana, director adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). En la ceremonia realizada en el Museo Franz Mayer donde fueron entregados los premios correspondientes a la edición 2000 de dicho Premio, que patrocina la Asociación de Embotelladoras Mexicanas de Coca-Cola.


El funcionario del Conacyt resaltó que con este galardón se busca distinguir a los autores de los mejores trabajos de investigación que se realizan en las instituciones de investigación científica y tecnológica del país, e hizo notar la importancia del premio en sus diversas categorías, especialmente en la categoría estudiantil, porque representa un estímulo para los jóvenes que muestran interés en el quehacer científico y tecnológico y que, sin duda, resultarán ser los investigadores en alimentos del futuro en el país: “Así construiremos las bases sólidas para ampliar nuestra comunidad de investigadores nacionales que tanto requiere nuestro país: científicos y tecnólogos en alimentos.”

Martuscelli destacó que la publicación y difusión de los trabajos ganadores en el ámbito nacional han contribuido, por la calidad de los mismos, a ampliar conocimientos y mejorar proyectos productivos en beneficio de la industria alimentaria nacional, logrando en algunos de ellos su aplicación en el extranjero, como es el caso de la generación de tecnología para el tratamiento y la refinación del azúcar y,

finalmente, exhortó a los industriales a participar en el desarrollo científico y tecnológico de México, y los invitó a que renueven su compromiso con la comunidad científica y tecnológica, mediante el apoyo a programas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los mexicanos.

A su vez José Ignacio Huerta, vicepresidente del Consejo Directivo de la Asociación de Embotelladoras Mexicanas de Coca-Cola, A.C., dijo que año con año dicha empresa y el Conacyt reconocen y difunden el trabajo de científicos admirables. Recordó asimismo que han pasado 24 años desde el nacimiento del Premio, y a partir de entonces se ha hecho un reconocimiento al trabajo de más de 600 científicos mexicanos.

La entrega de los premios fue encabezada por Israel Gutiérrez Guerrero, subsecretario de Comercio y Fomento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en representación del presidente Ernesto Zedillo Ponce de León.

Los ganadores del premio fueron, en la Categoría Unica Estudiantil, Claudia Navarro Zárate y Paulina Barba de la Rosa, del Instituto Tecnológico de Celaya; en la Categoría Profesional en Ciencia de los Alimentos, Alberto Herrera Gómez, del CICATA-Querétaro; Martha Obdulia Marín Polo, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados Unidad Querétaro, y Gonzalo Velázquez de la Cruz, de la Universidad Autónoma de Querétaro; en la Categoría Profesional en Tecnología de los Alimentos, Elizabeth Peralta y Herlinda Soto Valdez, del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., y el Premio Nacional al Mérito fue para Eduardo Bárzana García, de la Universidad Nacional Autónoma de México. 



## Séptima Semana Nacional de Ciencia y Tecnología

Con el propósito de impulsar el interés de niños y jóvenes en el conocimiento científico y tecnológico, se llevó a cabo la Séptima Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), en la que se contó con la participación de más de ocho millones 500 mil personas en todo el territorio nacional. Fue organizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en coordinación con la Secretaría de Educación Pública (SEP), y la participación de diversas instituciones educativas, asociaciones científicas, secretarías de estado, empresas, centros de investigación, museos de ciencia y gobiernos estatales, y tuvo como sede nacional la ciudad de Monterrey, Nuevo León, y como subedes las capitales de todas las entidades de la República.

Con el lema “Comparte las maravillas de la ciencia y la tecnología”, durante la Séptima SNCT se efectuaron diversas actividades dirigidas especialmente a niños y jóvenes de diversos niveles escolares y al público en general, y en la realización del programa que se llevó a cabo intervinieron maestros, investigadores, académicos, empresarios, universitarios y padres de familia.

Las formas de participación por medio de las cuales los niños se relacionaron directamente con la ciencia y la tecnología fueron, entre otras, concursos, exposiciones, visitas guiadas y experimentos. Asimismo, planteles de educación primaria y secundaria realizaron concursos de conocimientos, maquetas científicas y periódicos murales acerca de física, química, biología, matemáticas, geografía y ecología.

Las actividades de la SNCT se han diversificado y el número de participantes ha crecido de manera significativa, como lo muestran las siguientes cifras: en 1994 se desarrollaron 2 645 actividades y participaron

323 mil personas. En 1995 se llevó a cabo la segunda semana y se contó con la asistencia de casi dos millones de personas, que realizaron 15 mil actividades. En la tercera, efectuada en 1996, participaron 2 352 739 personas, y se registraron más de 30 mil actividades, y durante la cuarta, correspondiente a 1997, se realizaron más de 65 mil actividades en las que intervinieron 4 millones 600 mil personas. En su quinta edición, celebrada en 1998, se contabilizaron más de 127 mil actividades con la asistencia de más de siete millones de personas, y en 1999, la participación superó los ocho millones y se llevaron a cabo más de 111 mil actividades.


La SNCT tiene como misión promover la ciencia y proyectarla como pilar fundamental del desarrollo económico, cultural y social de nuestro país. Asimismo, pretende estimular a niños y jóvenes, de manera que encuentren el camino propicio para hacer suyo el conocimiento científico y tecnológico como parte de sus vidas y de su entorno, y les ayude a descubrir sus vocaciones.

“El aspecto más importante de la promesa de la ciencia está en el mejoramiento de nuestra vida cotidiana”, expresó el licenciado Carlos Bazdresch Parada, director general del Conacyt, en la ceremonia inaugural de la SNCT, celebrada con la asistencia del gobernador del estado de Nuevo León, Fernando Canales Clariond, y más de 350 niños, jóvenes y representantes de la comunidad científica de Monterrey –ciudad sede de dicha celebración–, reunidos en el auditorio del Plenario Alfa.

El licenciado Bazdresch expresó que si bien hay promesas como la de llevar al hombre a Marte, o realizar mayor número de descubrimientos biológicos, el propósito final es el uso que haremos todos nosotros del conocimiento adquirido para mejorar nuestras condiciones de vida.

A su vez, Fernando Canales Clariond hizo hincapié en la tradicional aplicación de la ciencia y la tecnología en el desarrollo industrial de Monterrey y mencionó, entre otras cosas, el descubrimiento del hierro esponja. Cabe señalar que Monterrey se ha convertido en la capital del desarrollo industrial del país, gracias a que, en 1930, los líderes empresariales del estado tomaron la idea de aplicar los avances tecnológicos a sus procesos de producción.

Por otra parte, el ingeniero Alfonso González Migoya, representante del Plenario Alfa, señaló que desde 1978, año en que se creó este recinto, se ha trabajado para dar a conocer a los jóvenes la riqueza del conocimiento humano. También hicieron uso de la palabra los niños María Noemí Ucanpool, ganadora del premio de la Olimpiada del Conocimiento del Consejo Nacional de Fomento Educativo, celebrada en Yucatán, y Ricardo Javier García, estudiante de secundaria de Monterrey, quienes hablaron sobre la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país.

Asimismo, estuvieron presentes en el presidium Reyes Tamez Guerra, rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Ramón de la Peña, rector del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey; Julieta Fierro, directora general de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, y José Martínez González, secretario de Educación Pública de Nuevo León, entre otras personalidades. 

## Primer Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia

México fue sede del Primer Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología, en el que más de 400 especialistas buscaron recuperar el sentido “humanístico” de las disciplinas científicas. Mario Casanueva, integrante del comité organizador, explicó que el foro, que se llevó a cabo del 25 al 29 de septiembre en Morelia, Michoacán, tuvo como objetivo


analizar el desarrollo del fenómeno científico y tecnológico, así como sus efectos en los ámbitos educativo, cultural, ético, social y económico de España, Portugal y América Latina.

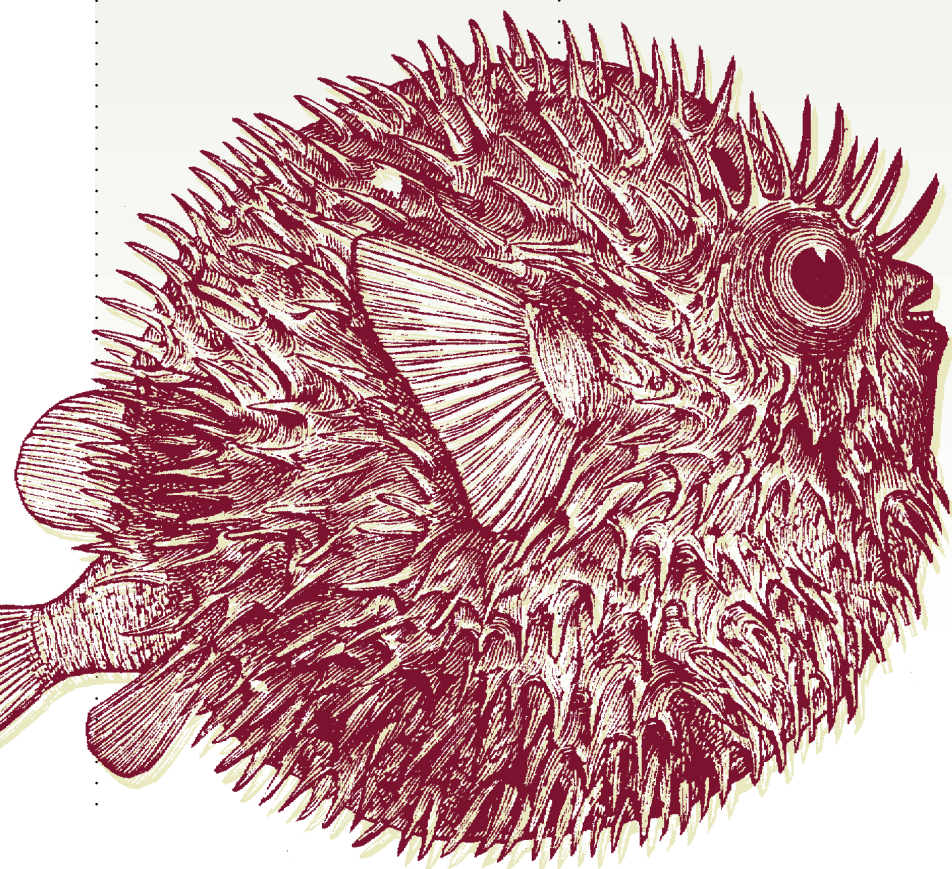
Se contó con la participación de los especialistas José Sarukhán, Francisco Bolívar Zapata, René Drucker Colín, Daniel Reséndiz, Arnoldo Kraus y Luis Villoro, entre otros, quienes intercambiaron puntos de vista con sus

homólogos sobre aspectos relacionados con la ética de las innovaciones tecnológicas, la participación ciudadana en el diseño de políticas científicas y la conformación de una cultura afín en el siglo XXI.

En el encuentro, organizado por la Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México, y la Facultad de Filosofía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, sede del Congreso, también se contó con la participación de los filósofos Miguel Ángel Quintanilla, Javier Echeverría y Juan Carlos García Bermejo, de España; Mario Bunge y Eduardo Rabossi, de Argentina; Larry Laudan y Ernesto Sosa, de los Estados Unidos, y Francisco Miró, de Perú.

En el encuentro se integró la Sociedad de la Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, con el propósito de intensificar los vínculos entre las comunidades filosóficas de la región Iberoamericana. En este primer encuentro se discutieron los temas: Ciencia, tecnología y sociedad; Ciencia y valores; Sociología de la ciencia y la técnica; Comunicación pública y comprensión del desarrollo tecnológico; Filosofía y política de la ciencia; Filosofía de las ciencias sociales, y Metodología de la ciencia.

El foro académico cuenta con el apoyo de la Organización de Estados Iberoamericanos, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 



## Modelos en computadora previenen la desaparición de diversas especies

La degradación ecológica es un proceso que puede ser predecible y evitable, mediante la creación de modelos en computadora que describen el comportamiento de las poblaciones de seres vivos en México. Esto es posible gracias al desarrollo de amplias bases de datos sobre la distribución y tamaño de las poblaciones de plantas y animales en nuestro país, y de modelos que logran describir el comportamiento de dichas poblaciones, utilizando métodos de simulación matemática, también en computadora.

El Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB), creado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), almacena datos sobre la abundancia de poblaciones de plantas y animales en nuestro país y la extensión del área donde se distribuyen, y usando esta información se han podido desarrollar modelos bioclimáticos en computadora, capaces de describir tal distribución y el desplazamiento en el territorio nacional de especies como la garza garrapatera, el parásito *Cactoblastis cactorum*—que ataca a los nopales y otros cactus y genera grandes pérdidas económicas— y los ratones del género *Peromyscus*, portadores de un virus de los llamados “emergentes” —el hantavirus—, pues aparecen en poblaciones en que no se anticipaba su acción. Los modelos bioclimáticos de distribución de las especies podrían tener repercusiones no sólo en la mejor protección de la biodiversidad, sino también en el área de la salud, pues permiten predecir la migración de organismos infecciosos y de especies transmisoras de enfermedades.

La biodiversidad es la abundancia de especies de seres vivos en una región, y en este aspecto México es una de las zonas más ricas en todo el planeta, pues presenta prácticamente todos los climas y todos los tipos de ecosistemas

conocidos. En forma adicional, muchas de las especies que aquí existen son endémicas, es decir, no pueden encontrarse en otros sitios. Esto hace especialmente urgente encarar los problemas de severa pérdida de diversidad biológica, producidos por la actividad humana, pérdida que es de cien a mil veces mayor que la tasa natural de desaparición de especies, explicó el doctor José Sarukhán Kermez, quien además añadió que se requiere desarrollar conceptos y técnicas que ayuden a conservar y restaurar los ecosistemas naturales, y resaltó la importancia del “análisis espacial” de su distribución.

“El reto futuro de [el estudio de] la complejidad biológica va más allá de obtener conocimiento científico, es el reto de cómo conservarla”, afirmó el destacado investigador, quien explicó que, tradicionalmente, la ecología se ha manejado en dos “niveles” distintos de estudio, la “microecología”, que aborda problemas como la dinámica de las poblaciones a nivel experimental, y la “macroecología”, que busca encontrar principios más generales, como por ejemplo, los que relacionan el tamaño de los individuos que forman una población con el tamaño total de la misma.

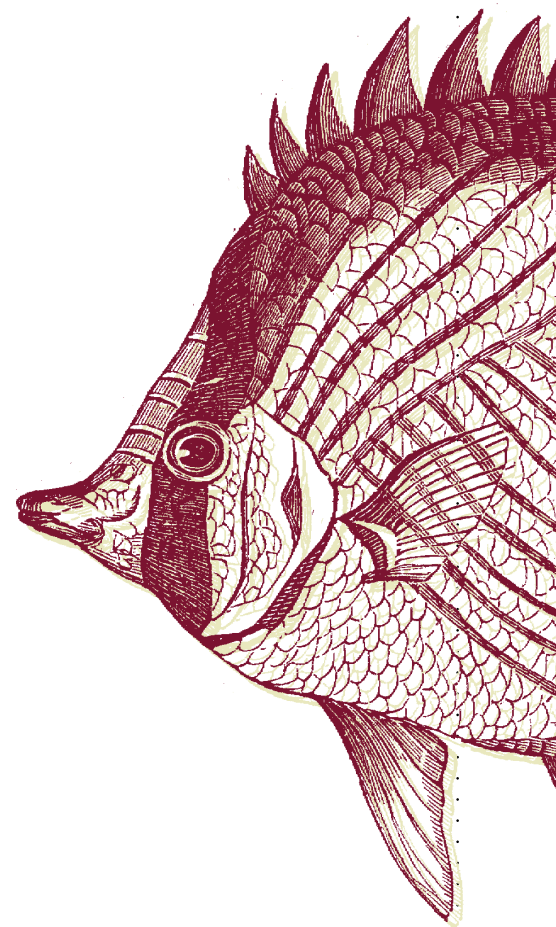
Pero existe un tercer nivel que ofrece amplias posibilidades. Sarukhán habló de la que él llama “mesoecología”, en la que se abordan conjuntamente el tamaño y la distribución espacial de las poblaciones y los factores ambientales que influyen en ellas. Este enfoque puede llevar a conocer el “estado de salud” de una población de seres vivos y a predecir y prevenir problemas que puedan afectarla.

Desarrollado por la Conabio, el SNIB es una herramienta de gran utilidad para la protección de la diversidad biológica. Ha sido creado usando los datos y especímenes obtenidos en muestreos y colectas en todo el territorio nacional, que han sido almacenados

en colecciones de museos y herbarios. Su alcance y sistematización es tal que sólo hay dos o tres bases de datos comparables en el mundo.

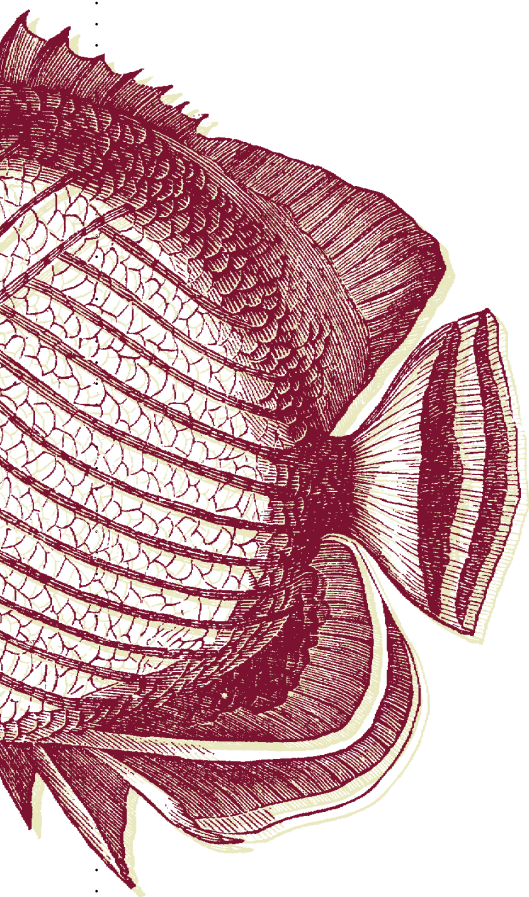
La abundancia de datos y la complejidad del SNIB, en cuya creación participaron de manera destacada el doctor Sarukhán y el doctor Jorge Soberón, de la Conabio, permiten pasar del simple mapeo de la distribución de especies a su protección. El sistema hace posible identificar las zonas críticas, para el estudio, manejo y conservación de varios tipos de organismos.

Una manera de subsanar las carencias es el desarrollo de métodos de modelación bioclimática. Estos algoritmos de computadora



comparan las características de los sitios en donde una especie particular está presente, con las de otros en donde no lo está, y luego predicen la posible presencia del organismo en lugares en los que no se han hecho colectas.

En su conferencia, Sarukhán indicó: “La mayor diferencia entre las generaciones anteriores y la nuestra es que contamos con las herramientas para entender y combatir la pérdida de la biodiversidad.” La intervención del eminente ecólogo mexicano formó parte del ciclo denominado Una visión Integradora. Universo, vida, hombre y sociedad, coordinado por Francisco Bolívar Zapata y Pablo Rudomín.



## Otorgan a científicos mexicanos el Premio Reina Sofia 2000 de Investigación sobre Prevención de las Deficiencias

La capacidad de evitar formas de retraso mental gracias a su diagnóstico y tratamiento temprano es el resultado de la investigación de un grupo de científicos, que le ha dado a México la posibilidad de que un número elevado de personas nacidas en los últimos 20 años sean hoy sanas y productivas, en vez de padecer deficiencias mentales, por lo cual les fue otorgado el Premio Reina Sofia 2000 de Investigación sobre Prevención de las Deficiencias.

Los casi 50 científicos que trabajan en la Unidad de Genética de la Nutrición de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Pediatría (INP), coordinados por Antonio Velázquez Arellano, se han dedicado al estudio de factores que afectan el metabolismo humano, como consecuencia de lo cual han producido conocimientos originales en al menos tres áreas de aplicación a la salud, la prevención del retraso mental mediante el empleo del tamiz neonatal, la investigación sobre errores innatos del metabolismo, y el conocimiento sobre los trastornos metabólicos en la desnutrición infantil.

El metabolismo humano es controlado por los genes, pero está determinado también por la alimentación, una de las más poderosas influencias ambientales. A su vez, el metabolismo determina la forma como esa misma alimentación incide en el desarrollo de cada persona, y de ese puente entre la herencia biológica y el entorno surgió en México el concepto de “genética de la nutrición”, relató el doctor Velázquez, quien continuó: “Hemos avanzado en la comprensión teórica del

funcionamiento tanto sano como enfermo del ser humano, y hemos creado herramientas para incidir sobre esos mecanismos, entre los cuales destaca el llamado tamiz neonatal, que consiste en una batería de pruebas, cuyos resultados permiten predecir la aparición de ciertas deficiencias mentales en etapas suficientemente tempranas del desarrollo, como para que aún sea posible darles tratamiento y evitar su avance. Por ejemplo, un defecto genético que incide en el metabolismo es responsable de la fenilcetonuria, condición causante del retraso mental en los niños.”

El Premio Reina Sofia reconoce las aportaciones del grupo de la Unidad de Genética de la Nutrición, entre las que destaca el desarrollo de un programa nacional de prevención del retraso mental por tamiz neonatal, así como el estudio en México de cerca de 500 enfermedades metabólicas hereditarias, y la atención de los niños afectados por ellas; el descubrimiento de que en la población mexicana son diferentes los genes que predisponen a la diabetes y a la arteriosclerosis; la mejor comprensión de los mecanismos que controlan la cantidad de glucosa en la sangre, sentando las bases de nuevas estrategias preventivas y terapéuticas en el manejo de la diabetes, y el inicio de la “medicina genómica” en México, como nuevo paradigma de atención a la salud.

Los trabajos científicos de la Unidad de Genética de la Nutrición marcan una tendencia hacia la investigación médica básica que tome en cuenta las particularidades genéticas de la población mexicana. ●

## Premios Nobel de Química, Física y Medicina

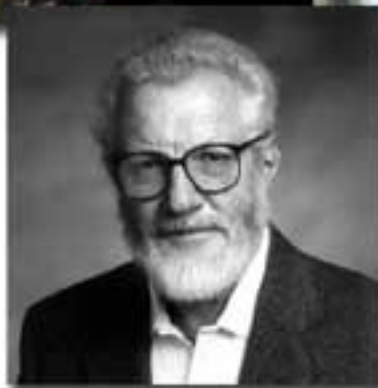
La Real Academia Sueca de Ciencias otorgó el Nobel de Química del año 2000 a los estadounidenses Alan J. Heeger y Alan G. MacDiarmid, así como al japonés Hideki Shirakawa, por “su revolucionario descubrimiento y desarrollo de los polímeros conductores”, definición científica que se refiere a la utilización del plástico como conductor de electricidad, y que abarca múltiples aplicaciones cercanas a la ciencia ficción.

Entre estas aplicaciones, fáciles de producir y poco costosas, se encuentran las ventanas “inteligentes” que eliminan la luz del sol, las paredes luminosas en los hogares, las sustancias antiestáticas para películas fotográficas y los protectores contra la radiación electromagnética de las pantallas de computadora. Asimismo, se han desarrollado polímeros semiconductores en diodos luminosos, células solares, pantallas de teléfonos móviles y

televisores de pequeño formato.

La investigación en torno a los polímeros conductores está relacionada con el rápido desarrollo de la electrónica molecular, y al respecto la Academia Sueca de Ciencias afirma: “En el futuro seremos capaces de producir transistores y otros componentes electrónicos formados por moléculas individuales, que aumentarán de manera extraordinaria la velocidad de nuestros ordenadores y reducirán su tamaño. Así el ordenador portátil podrá insertarse en un reloj.”

Heeger, nacido en Iowa, Estados Unidos; MacDiarmid, neozelandés naturalizado norteamericano, y Shirakawa, originario de la



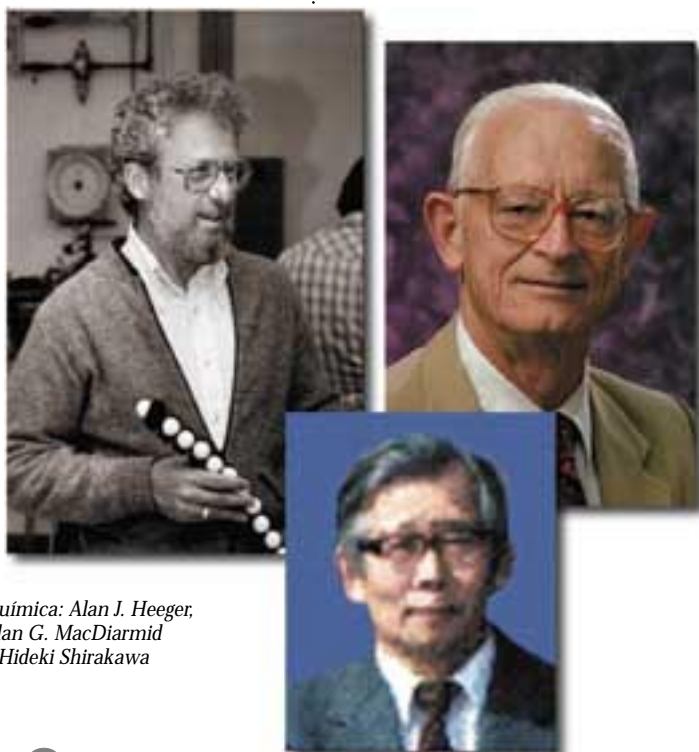
Física: Jack St. Clair Kilby y Zhores I. Alferov, fotografías superiores; Herbert Kroemer, imagen inferior.

ciudad de Tokio, han sido pioneros en este campo desde los años setenta, y por tanto han hecho de los polímeros conductores un campo de investigación de gran importancia para químicos y físicos, dado que el plástico con ciertas modificaciones puede comportarse como un metal, en contra de la idea de que siempre es aislante.

Los tres nuevos ganadores del Nobel de Química compartirán por partes iguales los nueve millones de coronas suecas, equivalentes a 922 mil dólares, con que se dotó este año a cada una de las seis modalidades del galardón.

Por su parte, el Nobel de Física se otorgó al científico ruso Zhores I. Alferov y a los estadounidenses Herbert Kroemer y Jack St. Clair Kilby, por sus trabajos relacionados con la moderna tecnología informática. Los tres investigadores idearon los diodos de rayos láser, que impulsan los flujos de información en los cables de fibra óptica de la Internet, y los circuitos integrados, denominados *chips*.

Alferov y Kroemer, considerados padres de la informática moderna, inventaron y desarrollaron las heteroestructuras semiconductoras utilizadas en electrónica rápida y en optoelectrónica, así como los transistores rápidos que se emplean en los satélites de



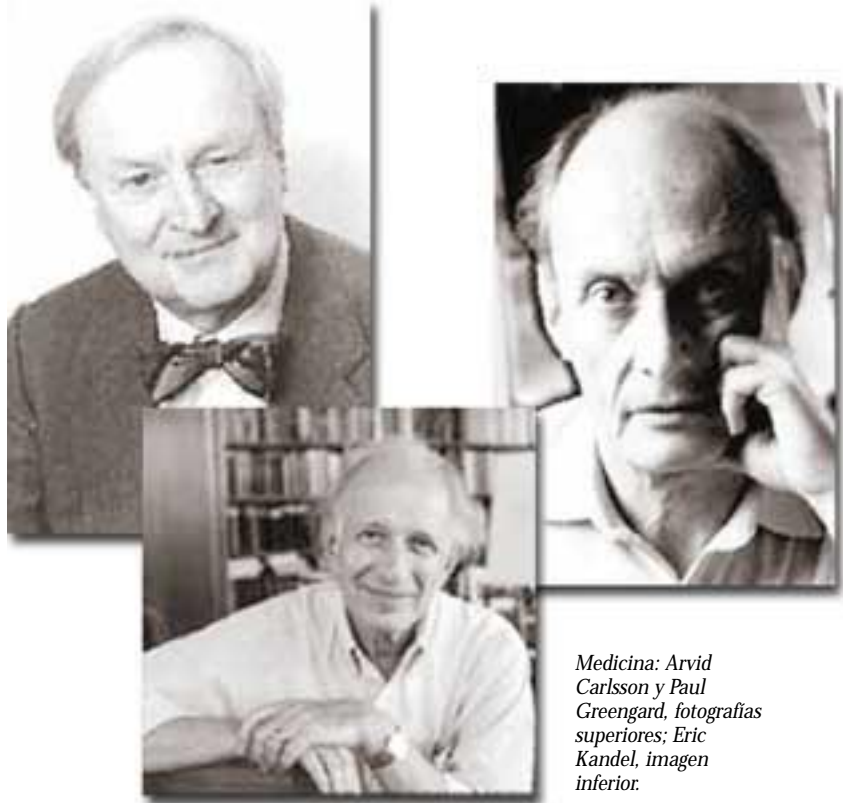
Química: Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid y Hideki Shirakawa

telecomunicaciones y en las estaciones de base de los teléfonos móviles.

Al referirse a estos descubrimientos, la Asamblea del Premio Nobel destacó: "La tecnología de las heteroestructuras permite construir los potentes diodos utilizados en las luces de frenos de los automóviles, semáforos y otras señales de alarma ... y las bombillas eléctricas podrán ser sustituidas en el futuro por dichos diodos electroluminiscentes." Además, subraya que mediante estos descubrimientos la microelectrónica ha crecido hasta constituirse en la base de toda la tecnología moderna, y como ejemplos cita las computadoras y los procesadores de gran potencia, que recogen y transmiten datos, y controlan desde lavadoras de ropa y automóviles hasta las sondas espaciales, pasando por equipos de diagnóstico médico, como la tomografía por ordenador y las cámaras de resonancia magnética.

El Premio Nobel de Medicina fue otorgado en esta ocasión al sueco Arvid Carlsson y a los norteamericanos Paul Greengard y Eric Kandel, científicos cuyos descubrimientos sobre la transmisión de señales en el cerebro permiten identificar los tratamientos contra el mal de Parkinson y la depresión, y han sido determinantes para comprender las funciones cerebrales normales y las condiciones en las cuales una perturbación del cerebro puede provocar enfermedades neurológicas y psíquicas, según anunció el Instituto Karolinska de Estocolmo.

La labor realizada por los tres investigadores ha permitido crear nuevas medicinas y tratamientos innovadores, como los realizados por el farmacólogo Arvid Carlsson en torno a la enfermedad de Parkinson. Este científico sueco de la Universidad de Gotemburgo descubrió que la dopamina, un neurotransmisor del cerebro, tiene gran importancia para el control de los



Medicina: Arvid Carlsson y Paul Greengard, fotografías superiores; Eric Kandel, imagen inferior.

movimientos, y a tal efecto desarrolló el L-dopa, que sigue siendo el mejor medicamento para combatir esta enfermedad, así como la esquizofrenia y la depresión.

Su colega, el neurocientífico neoyorquino Paul Greengard, comparte el Nobel de Medicina 2000 por su descubrimiento sobre el efecto de la dopamina y otros neurotransmisores en el sistema nervioso. Este transmisor actúa primero sobre un receptor en la superficie de la célula, lo que desata una cascada de reacciones que afectan algunas proteínas clave, las cuales, a su vez, regulan las diferentes funciones de una célula cerebral, y las proteínas resultan modificadas cuando grupos de fosfatos son agregados (fosforilación) o eliminados (desfosforilación), causando un cambio en la forma y las funciones de la proteína.

En tanto, las investigaciones del neurobiólogo austriaco nacionalizado norteamericano Eric Kandel se orientaron al análisis de la manera como puede modificarse la eficiencia de las sinapsis (contactos entre las células) para

determinar cuáles son los mecanismos que toman parte en ellas. El científico empleó como modelo de sus investigaciones un molusco marino que posee relativamente pocas células nerviosas, pero dichos mecanismos son aplicables también al ser humano. Así, demostró que las modulaciones del funcionamiento de las sinapsis son esenciales para el aprendizaje y la memoria.

Kandel afirma que: "Aun cuando el camino es todavía largo, podemos seguir estudiando cómo se almacenan las imágenes en nuestro sistema nervioso y cómo recordamos acontecimientos pasados, además de poder desarrollar nuevos medicamentos para mejorar la memoria y tratar varias clases de demencia."

Los nueve galardonados recibirán la medalla de oro y el diploma que los acredita como ganadores de tan importante presea de manos del rey Carlos de Suecia el próximo 10 de diciembre, aniversario de la muerte del fundador del premio, el químico e industrial sueco Alfred Nobel. 🌐

**Otoniel Buenrostro Delgado**, autor del artículo “Gestión de residuos sólidos municipales en México”, nació en Tepalcatēc, Michoacán, el 13 de julio de 1963. Es biólogo egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; realizó sus estudios de maestría en ecología en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México, y actualmente efectúa su doctorado en biología, becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su área de investigación es el problema de la generación de los residuos sólidos, con especial interés en los aspectos ambientales y sociales. Entre sus publicaciones en coautoría se encuentran los artículos “Análisis de la generación de los residuos sólidos en los mercados de Morelia”, y “La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos orgánicos generados en los mercados municipales”.



Correo electrónico: otonielb@zeus.ccu.umich.mx

**Alejandra Cruz T.**, coautora del artículo “La inteligencia emocional, detonante para mejorar la calidad de vida”, es egresada de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en donde obtuvo su licenciatura, y se especializa en el control y manejo del estrés, así como en el uso terapéutico de la retroalimentación biológica en pacientes con padecimientos crónico-degenerativos. En 1998 participó como investigadora en los proyectos Emotion, Disclosure and Health with Adults and Children (Conacyt-NSF), El papel de la inteligencia emocional en el desempeño académico de estudiantes de la ESIME Culhuacán, IPN, y en el denominado Impacto humano del fenómeno El Niño. Ha participado en diversos congresos nacionales referentes a la psicología, y es autora del libro *Manual para el taller teórico-práctico: manejo del estrés*, editado por la UNAM.

**Horacio de la Cueva Salcedo**, autor del artículo “El fin de la historia natural”, nació el 5 de septiembre de 1958 en la ciudad de México. Realizó tanto su licenciatura en biología como su doctorado en zoología con especialidad en biomecánica en la Universidad de la Columbia Británica en Vancouver, Canadá. Es investigador titular “A” del Departamento de Ecología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) e investigador nivel I del Sistema Nacional de Investigadores. Ha publicado estudios de biomecánica y velocidades óptimas de vuelo en vertebrados voladores, y actualmente trabaja sobre la biología invernal del *Calidris mauri*, ave playera migratoria muy común en la playa y las lagunas mexicanas, y sobre la sierra de San Pedro Mártir, temas sobre los cuales ha escrito y publicado. Es profesor de estadística en el CICESE y en El Colegio de la Frontera Norte, además de que imparte la materia de análisis de datos, ecología y selección natural.

Correo electrónico: cuevas@cicese.mx

**Benjamín Domínguez Trejo**, coautor del artículo “La inteligencia emocional, detonante para mejorar la calidad de vida”, nació el 19 de mayo de 1947 en la ciudad de México. Es doctor en psicología general experimental por la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, institución en la que es profesor titular “C” definitivo de tiempo completo desde 1971, y donde, desde agosto de 1993 y hasta mayo de 1997, fungió como coordinador del Centro de Servicios Psicológicos. Cumple funciones de asesor en el Centro Nacional para el Estudio y Tratamiento del Dolor del Hospital General de México, adscrito a la Secretaría de Salud, y es, desde 1993, árbitro evaluador de proyectos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), organismo que le otorgó financiamiento para realizar el proyecto denominado Estrés y conductas adictivas en adolescentes, durante el periodo de 1992 a 1996. Con posterioridad también encabezó el proyecto Estrés y salud. Capacitación para su manejo en *PAPIME* No. 13. En junio de 1994 fue conferencista invitado por la Universidad Johns Hopkins de Baltimore, y organizador de The 1996 International Disclosure Conference, celebrada en la Southern Methodist University de Dallas, patrocinada por la National Science Foundation. Organizó la Tercera Conferencia Binacional sobre revelación, estrés, salud e inteligencia emocional. Actualmente lleva a cabo el proyecto de investigación Desarrollo y uso de tecnología no-invasiva para la medición de la actividad psicofisiológica vinculada a padecimientos crónico-degenerativos. Entre sus publicaciones más recientes destaca un capítulo del libro *Compartiendo experiencias de terapia con hipnosis*, editado por el Instituto Milton Erickson de México, y denominado “Escribiendo sus secretos. Promoción de la salud mental empleando técnicas no invasivas antiguas con enfoques contemporáneos”, así como diversos capítulos para revistas especializadas en psicología.



**Timothy J. Downs**, autor del artículo “Nuevo milenio, nuevo posgrado. Visión profesional interdisciplinaria para ciencias e ingeniería ambiental”, nació en 1961, en Inglaterra. Es ingeniero civil de formación, egresado de la Universidad de Loughborough, Inglaterra, y realizó su maestría en ciencias en la Universidad de Hawaii, con especialización en ingeniería oceanográfica, y su doctorado en ingeniería ambiental en la Universidad de California, en los Estados Unidos. De 1994 a 1997 realizó su proyecto de tesis doctoral, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Instituto Nacional de Salud Pública y el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su trabajo en México ha generado varios artículos en revistas internacionales sobre temas diversos, desde



desarrollo sostenible y evolución cultural, política e investigación científica de la salud, hasta procesos físico-químicos de contaminación. Actualmente se desempeña como asesor de la Universidad de las Naciones Unidas, en la Red Internacional sobre Agua, Medio Ambiente y Salud; asimismo, colabora con la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con la Comisión Nacional del Agua y con la Fundación Mexicana para la Educación Ambiental.

Correo electrónico: [timothyjdowns@netscape.net](mailto:timothyjdowns@netscape.net)

**Juan de Dios Figueroa Cárdenas**, autor del artículo "La tecnología de la tortilla, pasado, presente y futuro", nació en Valle Hermoso, Tamaulipas, en 1975, y concluyó sus estudios de licenciatura en química industrial en la Universidad Autónoma de dicho estado. Posteriormente realizó sus estudios de maestría y doctorado en la North Dakota State University. Sus especialidades son química y tecnología de cereales, bioquímica y estadística. Es investigador del Cinvestav-IPN, Unidad Querétaro, y su trabajo ha sido reconocido mundialmente por las prestigiadas revistas *Science*, *National Geographic* y la televisora BBC de Londres; asimismo, en 1996 fue reconocido con el primer lugar en Desarrollo Tecnológico en Querétaro y en 1994, con el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, e intervenido. Ha publicado un libro e intervenido en cuatro capítulos de otros. De manera conjunta con un grupo multidisciplinario tiene registradas 10 patentes internacionales y cinco nacionales, y sus investigaciones versan sobre la modernización tecnológica del proceso de nixtamalización y producción de masa y tortilla, propiedades nutricias, dieléctricas y térmicas.

Correo electrónico: [figueroa@ciateq.mx](mailto:figueroa@ciateq.mx)

**Jesús González Hernández**, coautor del artículo "La tecnología de la tortilla, pasado, presente y futuro", nació en la ciudad de Durango, de ese mismo estado, donde realizó sus estudios de bachillerato, y posteriormente de licenciatura en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Posteriormente recibió el grado de maestro en ciencias por el Cinvestav del IPN, y en 1981 el de doctor en la especialidad de física del estado sólido en la Universidad de Campinas, de Sao Paulo, Brasil. Ha publicado 150 artículos en revistas internacionales y tiene registradas varias patentes nacionales e internacionales. Por su labor recibió el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos en 1994; dos años después, el Premio Anual de la Sociedad de Superficie y Vacío, y en 1999 los premios Anual de la Sociedad Mexicana de Física y el Nacional de Ciencias y Artes en el área de tecnología y diseño.

**Virginia González Claverán**, autora del artículo "Carlos de Sigüenza y Góngora y el Golfo de México", nació en la ciudad de Aguascalientes, de ese mismo estado. Es egresada de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Guadalajara, y es doctora en historia por El Colegio de México, institución en la que actualmente se desempeña como profesora-investigadora en el Centro de Estudios Históricos. Es integrante de diversas sociedades científicas; ha participado en varios congresos nacionales e internacionales y sus publicaciones giran en torno a la temática de la historia social y científica de la Nueva España. Cabe señalar que se ha interesado en particular por el estudio de las expediciones y viajes de exploración, hacia o desde México durante el periodo colonial.

**Carlos Saúl Juárez Lugo**, coautor del artículo "Igualdad y desigualdad superficial en cuadriláteros", nació en México, D.F., en 1968. Es licenciado en pedagogía por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Acatlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y maestro en modificación de conducta en la ENEP Iztacala de la propia UNAM, donde colabora en el proyecto denominado Conservación y Mejoramiento del Ambiente del Área de Educación Ambiental. Se ha desempeñado como asesor pedagógico en centros de readaptación social y desempeña labor docente como educador ambiental en cursos de licenciatura y diplomados. Asimismo es coautor de cinco artículos publicados.

**Xóchitl Martínez Barbosa**, autora de la reseña del *Catálogo de tesis de medicina del siglo XX*, es historiadora por la Universidad Iberoamericana, donde realizó sus estudios de licenciatura y maestría. Actualmente es profesora e investigadora de tiempo completo del Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es coordinadora del volumen sobre medicina novohispana, en el siglo XVIII, de la *Historia General de la Medicina en México*, que está próximo a publicarse con el apoyo de la DGAPA, la Facultad de Medicina y la Academia Nacional de Medicina. Asimismo es coautora de dos libros sobre la historia del Consejo Superior de Salubridad y coeditora del *Boletín de la Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina*.

Fax: 5526-5809

**César Medina Salgado**, autor de la reseña del libro *Enfants du soleil. Histoire de nos origines*, obtuvo la licenciatura en administración por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y





la maestría en administración pública en el Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. Actualmente cursa el doctorado en estudios organizacionales en la UAM, y desde 1989 a la fecha ha fungido como profesor titular "C" del Departamento de Administración de la misma casa de estudios. Es autor de 15 artículos publicados en revistas de circulación nacional e internacional, así como de dos capítulos de libros, y de la obra *Ciencia y tecnología, un enfoque administrativo*, publicada por la propia institución en 1994.

Correo electrónico: [masc@hp9000a1.uam.mx](mailto:masc@hp9000a1.uam.mx)

**Yolanda L. Olvera**, autora del artículo "La inteligencia emocional, detonante para mejorar la calidad de vida", obtuvo su licenciatura en psicología experimental por la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, y su maestría en ciencias por el PEST y C del Instituto Politécnico Nacional (IPN);



actualmente es profesora e investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán del IPN. Entre sus publicaciones más recientes se encuentran los artículos "Case Study of Chronic Opioid Addiction, Disclosure Emotion and Health", "Lo que sabemos y lo que necesitamos averiguar sobre el potencial terapéutico de las técnicas psicológicas en el tratamiento del dolor crónico y el estrés", y, "La importancia de sentirse mal"; así como del *Manual para el taller teórico práctico: manejo del estrés*, editado por la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Ana Cecilia Rodríguez Romo**, autora del artículo "Un científico mexicano y una visión romántica de la fisiología de las alturas", es médico cirujano por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), realizó sus estudios de maestría y doctorado en historia de la ciencia en la Universidad de París, y su posdoctorado en el Instituto de Historia de la Medicina de la Universidad Johns Hopkins de los Estados Unidos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, de la Academia Nacional de Medicina y de múltiples sociedades nacionales e internacionales, y fue presidenta de la Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina. Autora de 40 artículos y tres libros, ha sido distinguida con cuatro premios nacionales otorgados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Educación Pública, el Fonca y la Academia Nacional de Medicina. Sus áreas de interés son el descubrimiento científico en medicina y la historia de las ciencias médicas básicas en México durante los siglos XIX y XX. Actualmente es investigadora en el Departamento de Historia de la Medicina, de la Facultad de Medicina de la UNAM.



Correo electrónico: [ceciliar@servidor.unam.mx](mailto:ceciliar@servidor.unam.mx)



## GIDE MEXICO MUSEO ITINERANTE



### EDUCACION - CIENCIA - TECNOLOGIA

- Óptica
- Láser
- Fibras ópticas
- Holografías
- Mecánica
- Calor
- Química
- Historia
- Geografía
- Matemáticas
- Electricidad
- Magnetismo
- Electrónica
- Energía
- Zoología
- Botánica
- Robots
- Juegos de destreza

**Astronomía** con planetarios para niños y adultos

## MUSEO CULTURAL

- \* Época prehispánica de México
- \* Historia de la Tierra
- \* Origen y evolución del hombre

*Exhibidores interactivos con sistema audiovisual. Multimedia con preguntas y respuestas*



## VENTA o RENTA

Tel. 5608-5043 Fax. 5695-3406  
[gide@data.net.mx](mailto:gide@data.net.mx) [www.gide.com.mx](http://www.gide.com.mx)



**Conrado Ruiz Hernández**, autor del artículo "Igualdad y desigualdad superficial en cuadriláteros", nació en la ciudad de México en 1951. Llevó a cabo la licenciatura y la maestría en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución en donde también realizó estudios de doctorado. Participó como profesor en la fundación de las materias de biología y urbanismo en la propia Facultad de Ciencias, así como de medio ambiente, legislación y problemas de investigación en educación ambiental de esta misma casa de estudios en los planteles Zaragoza e Iztacala. Funge como instructor de cursos de capacitación para educadores ambientales, y desde 1983 ha emprendido estudios sobre la implicación de los medios de comunicación para promover acciones orientadas a conservar el entorno. Ha dirigido numerosas tesis de licenciatura sobre estos temas y cuenta con más de 20 artículos publicados. Asimismo, recibió apoyo para realizar trabajos de investigación por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la UNAM; actualmente es profesor titular de nuestra máxima casa de estudios, en el campus Iztacala.



Fax: 5565-1009