

Ciencia *Desarrollo*

Julio/Agosto del 2001 • Volumen XXVII • Número 159 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

Geomática y arrecifes de coral

Exposición a partículas atmosféricas
La historia de la vida en la Tierra
El último suspiro de vida
Animales transgénicos
La enseñanza de la química



7 509997 150345 00158

Director General

Jaime Parada Ávila

Director Adjunto de Investigación Científica

Alfonso Serrano Pérez Grovas

Director Adjunto de Modernización Tecnológica

Guillermo Aguirre Esponda

Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional

Manuel Méndez Nonell

Director Adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt

Felipe Rubio Castillo

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica

Gildardo Villalobos García

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas

Margarita Noguera Farfán

Director Adjunto de Administración y Finanzas

Gabriel Soto Fernández

Director de Asuntos Jurídicos

José de la Garza Grave



SEP • CONACYT

Director Editorial

Armando Reyes Velarde

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.

Coordinación editorial: Margarita A. Guzmán Gómora

Asesores editoriales: Guadalupe Curiel Defossé y Mario García Hernández

Asistencia editorial: Carolina Montes Martínez y Lizet Díaz García

Redacción: Concepción de la Torre Carbó y Andrés Jiménez Fernández

Producción: Jesús Rosas Espejel

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
Av. Constituyentes 1046, edificio anexo, 1er piso
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.
5327 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 5327 74 00, ext. 7800 y 7801.

Los efectos nocivos de la contaminación atmosférica han sido analizados a profundidad en las últimas décadas, prácticamente en todo el mundo. Las evidencias son claras: existe una relación directa entre enfermedades del aparato respiratorio –sin ser las únicas–, principalmente las asociadas al pulmón, y el deterioro ambiental causado por diferentes tipos de polución.

En el estudio que publicamos en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*, “La exposición a partículas atmosféricas. Evaluación de sus efectos”, obra de los investigadores Guadalupe Ponciano Rodríguez, Ernesto Alfaro Moreno e Irma Rosas Pérez, destacan, sin embargo, las nocivas consecuencias del tabaquismo, así como el acierto de las medidas preventivas y prohibitivas de salud pública tomadas en los últimos años.

Debe subrayarse el crecimiento en un 50 % del cáncer pulmonar en México durante los últimos tres lustros, y la influencia directa que ejerce el fumador activo sobre el pasivo –niños incluidos–, sobre todo en espacios cerrados, en donde, según la aguda observación de los autores, transcurre la mayor parte de nuestra existencia.

Si 14 millones de mexicanos son fumadores, habría que reflexionar sobre el número de fumadores involuntarios de este país potencialmente afectado por alguna o algunas de las más de 40 sustancias capaces de causar cáncer localizadas en el humo del tabaco.

La magnitud del problema conlleva el imperativo de mantenerlo bajo estudio sistemático, de tal manera que puedan tomarse, con la oportunidad que el caso amerita, las medidas correctivas necesarias. En pocos casos como en éste, cuando está en riesgo la vida de millones de seres humanos, resulta tan clara la necesidad de aplicar el conocimiento científico para resolver los problemas sociales. 

Ciencia y Desarrollo

JULIO • AGOSTO DEL 2001 • VOLUMEN XXVII • NUMERO 159

Editorial 1



La exposición a partículas atmosféricas 4

Evaluación de sus efectos

GUADALUPE PONCIANO RODRÍGUEZ,
ERNESTO ALFARO MORENO, E IRMA ROSAS PÉREZ

Geomática y arrecifes de coral 14

ALFONSO R. CONDAL,
PEDRO LUIS ARDISSON HERRERA
Y ALFONSO CUEVAS JIMÉNEZ

Psiconeuroinmunología 28

*Procesos psicológicos,
inmunosupresión y
efectos en la salud*

RICARDO A. MÁRQUEZ,
BENJAMÍN DOMÍNGUEZ
Y JOSÉ MONTES

El renacer de la astronomía mexicana a partir de 1929 36

FRANCISCO ROMERO JIMÉNEZ

El último suspiro de vida 40

MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA
Y JOAQUÍN ERNESTO ÁLVAREZ CANO



Convertibilidad del círculo en cuadrilátero 46

CONRADO RUIZ HERNÁNDEZ

Animales transgénicos 52

MARIBEL EDITH VÁZQUEZ LARA

La enseñanza de la química 58

Conocimientos, actitudes y perfiles

FELIPE TIRADO SEGURA, JOSÉ ANTONIO CHAMIZO,
FRANCISCO RODRÍGUEZ Y ANGÉLICA PÉREZ

La historia de la vida en la tierra 72

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ

Identificación de la madera 80

RAÚL RODRÍGUEZ ANDA, ET AL.





Crecimiento coralino en Quintana Roo. Cortesía Daniel Torruco Gómez.

Descubriendo el universo **86**

Breve resumen sobre el origen del Universo, basado en la teoría de la Gran Explosión (Big Bang)
Un paseo por los cielos de julio-agosto de 2001
JOSÉ DE LA HERRÁN

Alaciencia de frioleras **90**

Botánica
MIGUEL ÁNGEL CASTRO MEDINA



Deste lado del espejo **94**

MARCELINO PERELLÓ
Los escalofríos del Rey Sol
Llegaste tarde
El ingenio del herrero holgazán
(solución al torito del número 158)
A ver, pregúntamelo de otra manera (el torito)

La ciencia y sus rivales **98**

¿Recordamos vidas anteriores?
MARIO MÉNDEZ ACOSTA

Reseña **100**

La creación de la inteligencia
CÉSAR MEDINA SALGADO



Comunidad Conacyt **102**

XIII Congreso Anual de ADIAT
Reunión de Comités de Evaluación de Investigación del Conacyt
Anuario sobre competitividad mundial
Nombramiento del doctor Arturo Lara López como Egresado Distinguido de la Universidad de California, en Davis
Nuevo nombramiento en el Conacyt

Nuestra ciencia **106**

Amplificador de los recuerdos
El xenotrasplante
En proceso la inmunización contra el parásito de la cisticercosis

La ciencia en el mundo **107**

Producción de plantas medicinales mediante la técnica aeropónica
Modificaciones climáticas causantes de desequilibrio
En memoria del primer hombre en el espacio

Los autores **108**

Información para los autores **112**



La exposición a
partículas
atmosféricas

Evaluación de sus efectos

GUADALUPE PONCIANO RODRÍGUEZ,
ERNESTO ALFARO MORENO E IRMA ROSAS PÉREZ



Introducción

Las partículas constituyen uno de los contaminantes atmosféricos que se ha relacionado con el incremento de la mortalidad de los individuos expuestos a ellas. Desde hace algunos años se han acumulado evidencias epidemiológicas que demuestran que al presentarse altas concentraciones de partículas atmosféricas se observa un aumento en las visitas a las salas de emergencia de los hospitales, así como de la mortalidad, sobre todo en individuos mayores de 65 años o en aquellos que padecen enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Por otra parte, diversos estudios sugieren que la contaminación atmosférica por partículas se puede relacionar con el cáncer pulmonar, y experimentalmente se ha demostrado que son capaces de inducir la muerte de las células y producir daño en su material genético.



La composición y el tamaño de las partículas que se encuentran en la atmósfera urbana son complejos y heterogéneos, pues pueden variar de un lugar a otro, dependiendo de su origen; por ejemplo, algunos de sus componentes son pólenes, esporas de algas y hongos, al igual que moléculas de origen biológico, como endotoxinas, proteínas, etc., asociadas con procesos alérgicos e inflamatorios (véase el artículo “Contaminación atmosférica por partículas y salud en la ciudad de México” en el número 152 de *Ciencia y Desarrollo*). Otros componentes de las partículas, especialmente de aquellas que se originan por procesos de quema de combustibles orgánicos, son el sulfato, los metales pesados y los hidrocarburos aromáticos policíclicos, como el benzopireno, que se han relacionado con el desarrollo de cáncer pulmonar y con el incremento de la mortalidad entre las poblaciones expuestas. Las partículas procedentes de las múltiples áreas erosionadas de la ciudad, que respiramos en las tolveneras, contienen minerales presentes en este medio, que pueden ser fibrogénicos y ocasionar radicales libres y procesos inflamatorios. La mayoría de los componentes antes mencionados han sido evaluados toxicológicamente de manera individual, pero se desconocen sus efectos cuando se presentan mezclas complejas.

En México, la norma de calidad del aire para las partículas atmosféricas es gravimétrica, es decir, se determina por la cantidad de partículas en peso que hay en un

metro cúbico de aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sin tomar en cuenta su composición. Esta norma varía de acuerdo con el tamaño de las partículas, y se ha observado que las más importantes en términos de salud son aquellas menores de $10\ \mu\text{m}$ (PM10), ya que pueden llegar y depositar su contenido en las vías más finas del aparato respiratorio, dañándolo o pasando a diferentes sitios del organismo a través de la circulación sanguínea.

Es importante mencionar que múltiples estudios han documentado los efectos adversos de las partículas en concentraciones muy inferiores a las que se registran en la ciudad de México, sobre todo en la zona norte, y se estima que, aproximadamente, el riesgo de morir en forma prematura se incrementa en 2% por cada $10\ \mu\text{g}$ de PM10.

1. Evaluación de la toxicidad de las partículas

Las evidencias epidemiológicas que permiten determinar si la exposición de una persona a cierto tipo de sustancia representa un factor de riesgo para el desarrollo de alguna enfermedad son de gran importancia en el estudio de los efectos de la contaminación sobre la salud de los habitantes de determinado lugar, pero no basta para entender los procesos que se están llevando a cabo en los organismos enfrentados a esta contaminación. Para ello, es necesario realizar una serie de prue-

bas que nos permitan determinar si el contaminante es, en realidad, el agente causal de una o varias enfermedades y los mecanismos mediante los cuales produce el daño. Nos vamos a referir ahora al tipo de estudios que se efectúan cuando se quiere evaluar la toxicidad de las partículas atmosféricas.

El análisis toxicológico se puede dividir en dos grandes grupos:

1. Evaluación de la toxicidad en animales de laboratorio, expuestos experimentalmente, o análisis *in vivo*.
2. Evaluación de la toxicidad en células aisladas expuestas en el laboratorio, o análisis *in vitro*.

La determinación de la toxicidad de las partículas mediante el empleo de animales es un método ampliamente utilizado, que permite conocer diversos aspectos acerca de su toxicidad. Existen dos técnicas para este tipo de evaluación que son: a) instilación, en la cual se introducen las partículas al animal, por medio de una aguja y a través de la tráquea hasta llegar a los pulmones; b) inhalación, colocando al animal en una cámara especial en donde se genera la suspensión de partículas que éste inhala de manera natural.

El primer proceso tiene la ventaja de que se conoce con cierta certeza la concentración de partículas que van a entrar en el organismo del animal, pero también la desventaja de que se pierden todos los mecanismos de defensa de las vías respiratorias altas, como son por ejemplo las vellosidades de la mucosa nasal, y por otra parte pueden dañarse los tejidos, especialmente cuando este procedimiento se repite varias veces. El segundo procedimiento es menos agresivo, pero existe el grave inconveniente de que no se sabe con seguridad la concentración de partículas que el animal inhaló, además de que en nuestro país no contamos con cámaras de inhalación.

Cualquiera de estas dos técnicas de exposición nos permitirá analizar lo que ocurre al pulmón del animal expuesto, ya sea unas cuantas horas después de la exposición o, bien, varios días o semanas posteriores. Los análisis que se realizan son para determinar si las partículas pro-

vocaron un proceso inflamatorio o alguna lesión más seria, como podría ser la inducción de fibrosis pulmonar o de cáncer, y para ello es necesario realizar una serie de evaluaciones bioquímicas y morfológicas con algunas de las técnicas más empleadas, que son las siguientes:

1. Análisis de lavado bronquioalveolar (ALB), para determinar la presencia de algunos tipos de proteínas y enzimas, que únicamente se encuentran en cantidades anormales cuando se presenta una lesión. En el ALB también se puede estudiar el tipo de células que contiene y de esta manera evaluar la presencia de un proceso inflamatorio.
2. Evaluación histológica, para analizar los cortes del pulmón del animal, mediante el microscopio. Este tipo de análisis es de gran importancia, ya que permite evaluar el tipo y el desarrollo de un daño pulmonar, partiendo desde la inflamación como respuesta a la presencia de cuerpos extraños en el pulmón, hasta lesiones avanzadas de fibrosis pulmonar y cáncer.

El hecho de encontrar procesos inflamatorios y lesiones incipientes o avanzadas de fibrosis y cáncer pulmonar nos hace cuestionarnos qué es lo que provocan las partículas en las células pulmonares para determinar este tipo de respuesta. La manera más sencilla de responder a la pregunta es utilizando experimentos en los que sea posible evaluar los cambios que se presentan en las células expuestas *in vitro*, es decir, las células aisladas o en cultivo, a las que se les expone al agente en estudio.

Quizás el sistema de evaluación más simple utilizado para el estudio de la toxicidad de las partículas es el de la inducción de hemólisis *in vitro*, técnica con la cual es posible analizar si las partículas son capaces de romper las células (lisis celular). Mientras más tóxica sea una partícula, mayor será su capacidad para destruir más número de células y, consecuentemente, mayor será la cantidad de hemoglobina liberada, cuyo sobrenadante tendrá un aspecto rojo. Este tipo de experimentos no son sino una aproximación muy burda, ya que en condiciones naturales no es de esperar que los contaminantes entren en

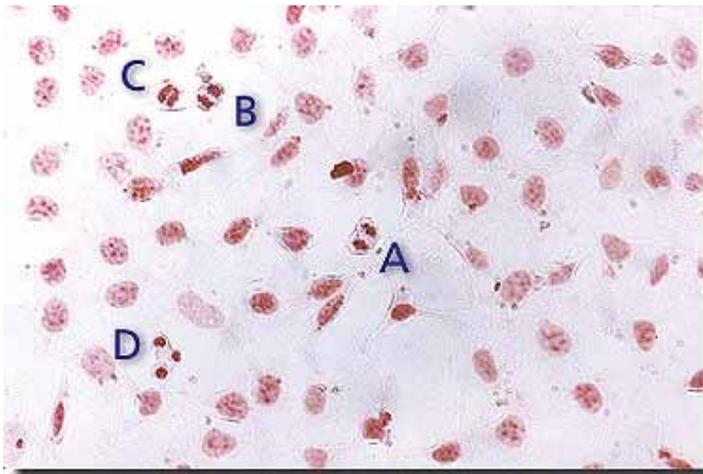


Figura 1. Se pueden observar varias células divididas, de las cuales dos muestran una separación cromosómica normal (A y B), otra presenta un cromosoma que no se ha dirigido a ninguno de los dos polos de división (lo que se conoce como cromosoma en retraso C) y una más, en la que se han formado tres polos en vez de los dos que aparecen normalmente (anafase multipolar D). Una división anormal como la apreciada en el último caso puede provocar que las células que se generan contengan una alteración en el número de cromosomas, alteración inducida al poner células en contacto con partículas de polvo obtenido de la ciudad de Mexicali, Baja California.

contacto con la sangre; sin embargo, nos permiten discernir de manera general la toxicidad de las partículas.

Otro tipo de experimento al que se recurre con frecuencia es el de determinar si las partículas son tóxicas para un tipo especial de células alveolares que se denominan macrófagos. Los macrófagos son células que se encuentran en el pulmón, y cuya acción podría equipararse con la de un ejército, cuyos soldados deben estar pendientes de los extraños que logren llegar a los espacios alveolares, para eliminarlos o, bien, poner en marcha otros mecanismos de defensa que lo hagan. Cuando el macrófago encuentra una partícula tóxica emite una serie de señales moleculares (citocinas) que estimulan la llegada de más células encargadas de eliminar las partículas y limitar el daño que pudieran provocar, induciendo entonces un proceso inflamatorio. Si la partícula es extremadamente tóxica, los mecanismos de limpieza del pulmón no logran destruirla y podría producir una enfermedad que se conoce como fibrosis pulmonar, padecimiento en el cual tienen gran importancia los fibroblastos. Este tipo de experimentos es muy importante, ya que nos ayuda a determinar si una partícula es capaz de “despertar” los mecanismos asociados con la fibrosis pulmonar.

Por último, algunos estudios tienen como objetivo determinar si una partícula es capaz de alterar ciertos procesos celulares o el material genético de las células, lo

cual se asocia con la aparición de cáncer. Para esto se utilizan experimentos en los que las células se exponen a las partículas y se evalúa si se presentan mutaciones en la secuencia de las bases del material genético o alteraciones en los cromosomas, ya sea que éstos se alteren en forma (como pueden ser los rompimientos) o en número (véase fig. 1). Estas alteraciones suelen presentarse por la interacción directa de la partícula con el material genético celular o por el contacto de dicha partícula con la célula, induciéndose así la producción de sustancias capaces de dañarlo; tal es el caso de un tipo de compuestos conocidos como radicales libres que, al ser dañinos para la célula, se han relacionado también con procesos como el envejecimiento y la artritis. En la figura 2 se muestran de manera esquemática los diferentes tipos de respuesta que pueden observarse al poner una partícula en contacto con la célula.

Una de las técnicas para evaluar el daño al material genético de una célula es la denominada “cometa”, que recibe este nombre porque consiste en hacer que las células expuestas al agente en estudio migren a través de un medio especial, utilizando una corriente eléctrica. Cuando el material genético de la célula está dañado, el núcleo va dejando atrás pequeños trocitos de dicho material, con los que se forma una especie de “cauda” de cometa, tal como se aprecia en la figura 3; así, a mayor cauda, más grande será el daño de la célula, y se dice que el agente probado es genotóxico cuando es capaz de afectar su material genético. Estudios realizados en el Instituto Nacional de Cancerología, en colaboración con el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el National Institute of Environmental Health (NIEH) y la Agencia de Protección Ambiental (APA), han demostrado que las partículas de la ciudad de México pueden dañar el material genético de las células y que este daño es más importante cuando lo producen las partículas atmosféricas procedentes del norte y el centro de nuestra ciudad, aunque también las del sur suelen hacerlo, pero en menor grado. Su toxicidad aparentemente está relacionada de manera directa con el contenido de metales pesados.

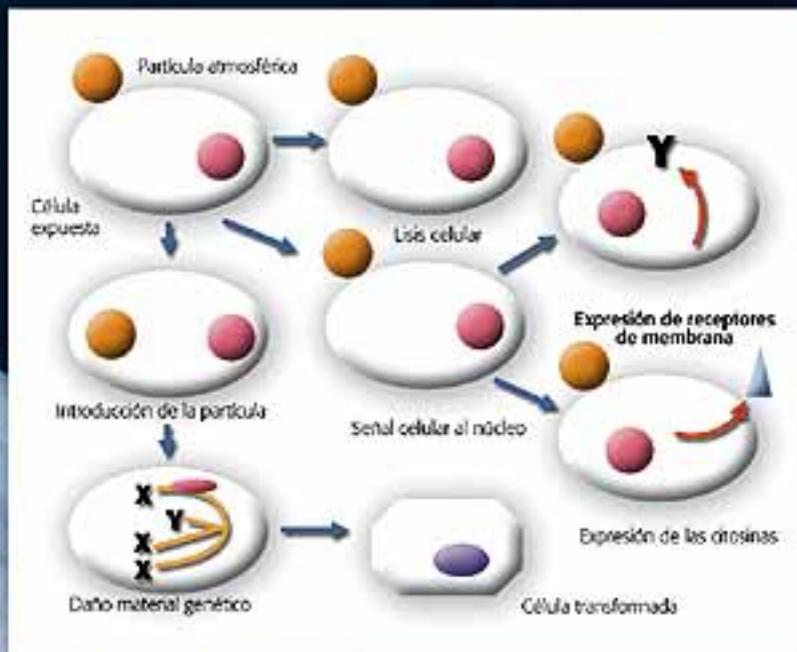


Figura 2. En la figura se esquematizan algunos de los diferentes efectos que suele presentar una partícula contaminante al entrar en contacto con una célula. Dicha partícula puede provocar lisis celular o bien despertar señales celulares asociadas con procesos inflamatorios y de proliferación celular, o generar daño en el material genético.

ERNESTO JUARRO



Figura 3. Imagen obtenida con la prueba del cometa, en la que se observan linfocitos humanos expuestos a una concentración de 50 µg/ml de partículas de polvo obtenido de Mexicali, Baja California. Se aprecia la "cauda" del cometa formada por pequeños trozos del material genético dañado de la célula.



En ocasiones se puede encontrar que una partícula no está dañando el material genético, pero provoca que la célula se salga de los mecanismos de control de su crecimiento. La explicación que se ha encontrado a esta circunstancia es que algunas partículas, al entrar en contacto con la membrana celular, son capaces de inducir señales internas que ocasionan la manifestación de algunos genes asociados con el crecimiento celular.

Faltan muchos estudios en torno a la composición y la toxicidad de las partículas, pero consideramos que los datos obtenidos hasta el momento indican la necesidad de incrementar las medidas de control de emisión de este tipo de contaminantes, para prevenir que la población quede expuesta a sus componentes tóxicos.

2. Carcinógenos de las atmósferas urbanas

Tal como se mencionó en el inciso anterior, las evidencias encontradas en estudios experimentales sugieren que las partículas atmosféricas, al dañar el material genético de las células, podrían ser capaces de inducir procesos de carcinogénesis, es decir, de transformación de células normales en células cancerosas, las cuales, por tener un material genético diferente al de la célula que las originó, pierden el control de su crecimiento y la capacidad de síntesis de algunas proteínas que son importantes para regular el ciclo celular.

En tal contexto, el cáncer que más nos preocupa es el del pulmón, por ser este órgano del aparato respiratorio el principal blanco de los contaminantes atmosféricos. Este tipo de tumor tiene elevadas tasas de mortalidad entre nuestra población (sólo el 8.5% de sobrevivida a los dos años), ya que, por desgracia, produce muy poca sintomatología antes de ser detectado clínicamente, de mane-

ra que cuando los pacientes llegan a atenderse lo más probable es que el tumor ya se encuentre bien establecido en el pulmón, e incluso haya podido diseminarse hacia otros lugares del organismo, por medio de lo que se conoce como metástasis. Ello explica la importancia que puede tener la prevención de dichos tumores, y una forma de lograrla es evaluar cuáles son los principales factores de riesgo para su desarrollo. Es importante comprender que existen algunos síntomas que deben atenderse de forma precisa, acudiendo al especialista, los cuales consisten en periodos prolongados de tos, expectoraciones con sangre, neumonías repetidas o de lenta resolución, sibilancias o silbidos localizados en un área específica del pulmón, además de pérdida de apetito y de peso, asociada con alguno de los síntomas antes mencionados.

Aunque se ha demostrado de manera contundente que el tabaquismo es la causa principal de cáncer pulmonar (CP), la exposición a otros agentes que existen en la atmósfera de las grandes ciudades, como las fibras de asbesto, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y algunos metales pesados asociados con partículas de la fracción respirable, que se generan por la quema de combustibles orgánicos, pueden también incrementar el riesgo de desarrollar este tipo de tumor. En la atmósfera de la ciudad de México se han detectado varios compuestos capaces de producir mutaciones, es decir, de modificar la secuencia de las bases del material genético en organismos como las bacterias (prueba de *Salmonella*) y en la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), lo cual demuestra la capacidad genotóxica de los contaminantes que se pueden adsorber a la superficie de las partículas que entran a nuestro aparato respiratorio, aun cuando es importante mencionar la imposibilidad de extrapolar totalmente estos resultados en el ser humano.

Por otra parte, se han realizado pocos estudios epidemiológicos acerca del efecto de la contaminación atmosférica sobre el CP, pero algunos han demostrado mayor prevalencia (proporción de una población que presenta la enfermedad en determinado momento) de dicho cáncer en las grandes ciudades, constituyendo lo que se denomina factor urbano del cáncer pulmonar, que pone de ma-

nifiesto el mayor riesgo de desarrollar este tumor como resultado de la exposición crónica de sus habitantes a los contaminantes atmosféricos capaces de dañar el material genético de sus células; no obstante, la correlación entre este tipo de cáncer y la exposición a esos contaminantes atmosféricos sigue siendo motivo de controversia.

En nuestro país, el CP se ha incrementado aproximadamente en un 50% durante los últimos 15 años, y en la actualidad ocupa el primer lugar en cuanto a mortalidad, por encima del cáncer de estómago y del cervico-uterino, con una mortalidad de 15.2 y 5.9 por cada 100 mil habitantes, hombres y mujeres, respectivamente. En un estudio realizado para evaluar las tendencias del CP en México se encontró que entre 1979 y 1993 se habían presentado 73 807 muertes ocasionadas por este tumor, con un incremento en la mortalidad de 5.01 a 7.25 por 100 mil, y se calculan alrededor de 10 mil fallecimientos para el año 2010.

Algunos estudios realizados en la población mexicana han registrado un número importante de casos de CP entre los sujetos menores de 40 años (el padecimiento aparece con mayor frecuencia después del sexto decenio de vida), en quienes la presentación clínica de este tumor suele ser más agresiva; asimismo, se encontró un bajo porcentaje de fumadores (menos del 46%), en contraste con estudios epidemiológicos efectuados en otros países, en donde fuma la mayoría de los pacientes, así como un incremento del tumor entre el sexo femenino.

Es necesario destacar que gran parte de nuestra vida transcurre en ambientes intramuros (casa, oficina, escuela, etc.). Piense usted por un momento en el tiempo que pasa en la calle o en espacios abiertos, en contraste con el transcurrido en interiores; por ello es preciso mencionar que también los contaminantes hallados en estos sitios pueden tener un efecto adverso sobre la salud. Uno de los más importantes, presente en espacios cerrados y al que todos hemos estado expuestos, es el humo del tabaco, en cuya fase particulada se han encontrado más de 40 sustancias capaces de producir cáncer.

De acuerdo con datos de la Tercera Encuesta Nacional de Adicciones, realizada por la Secretaría de Salud en



1998, 14 millones de mexicanos son fumadores, y las consecuencias nocivas a la salud que ocasiona el tabaco se han establecido ampliamente; sin embargo, ha surgido una nueva preocupación acerca de los riesgos a que están sometidos los fumadores pasivos o involuntarios, pues a pesar de que existe una legislación que protege a los no fumadores de la exposición al humo de tabaco en sitios públicos, observamos que el tabaquismo continúa siendo aceptado socialmente, de manera que el número de fumadores involuntarios supera de modo considerable al de consumidores de tabaco. En nuestro medio, los estudios que se han efectuado en la Facultad de Medicina para evaluar la concentración de cotinina urinaria –una de las sustancias que resultan del metabolismo de la nicotina– como un marcador de la exposición al humo de tabaco ambiental en niños habitantes de la ciudad de México, resultaron reveladores en cuanto a que se ha podido detectar esta sustancia en porcentajes altos de la población estudiada, por lo que podemos inferir que la exposición al humo de tabaco ambiental es muy amplia en nuestro país. Por otra parte, se ha encontrado correlación entre los niveles de cotinina urinaria y los síntomas respiratorios en niños, como tos, flema y sibilancias, lo cual revisite particular importancia, pues se ha demostrado que los efectos del humo del tabaco sobre el aparato respiratorio, tanto de los fumadores activos como de los involuntarios o pasivos, magnifican los producidos por los contaminantes atmosféricos.

Sir Richard Doll afirmaba que: “Cuatro de cada cinco cánceres están relacionados con el ambiente y eso significa que pueden prevenirse. De acuerdo con esto, 14 millones de personas podrían salvarse para el año 2025, tan sólo en los Estados Unidos.” En nuestro país ignora-

mos a cuánto podría ascender esta cifra, pues desafortunadamente hemos desatendido los programas de prevención, y debido al incremento del CP en la población mexicana y a las características particulares que presenta, su análisis, diagnóstico temprano y prevención deberían considerarse como capítulos prioritarios de estudio en el país, especialmente entre los jóvenes y las mujeres.

3. Conclusiones

Todavía tenemos múltiples preguntas que responder en esta área de la salud ambiental y hace falta llevar a cabo mucho trabajo en los próximos años; sin embargo, consideramos que aun cuando una parte muy importante del análisis es evaluar el efecto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud, éste debe realizarse en forma paralela con estrategias para reducir y controlar las emisiones nocivas en la atmósfera de la ciudad de México y, por supuesto, para planear verdaderamente su crecimiento; en caso contrario seguiremos teniendo este tipo de problemas, no sólo en la capital mexicana y su área conurbada, sino también en otras áreas urbanas como Guadalajara, Monterrey, Puebla, Tijuana, etc., en donde tampoco se está planeando dicho crecimiento, con el aumento consecuente de su población y de las fuentes generadoras de partículas, lo que incrementa la problemática ambiental y de salud entre sus habitantes, todo ello aunado a la grave crisis de tipo económico que afronta nuestro país.

Debemos cuestionarnos los efectos de los padecimientos relacionados con la exposición a contaminantes atmosféricos –como las partículas– en la calidad de vida de los habitantes de la zona metropolitana de la ciudad de Mé-

xico (ZMCM), pues aunque en la actualidad existe gran preocupación social por el mejoramiento del ambiente, parece que pasarán años antes de que se logre reparar los daños producidos por las actividades humanas, de tal manera que los padecimientos de carácter ambiental tienden a incrementarse.

Un paso importante para evaluar los efectos de los contaminantes sobre la salud será integrar los hallazgos de la información generada por medio del monitoreo ambiental con la utilización de biomarcadores en la población expuesta a diversos agentes tóxicos. Además, el control de la calidad de los ambientes intramuros es mucho más factible que el de espacios abiertos y representa también un elemento fundamental para proteger la salud de la población.

Necesitamos generar la información necesaria para llenar los espacios que existen en áreas importantes, como es por ejemplo la caracterización de los compuestos de las partículas de la ZMCM. Hemos tardado en reconocer la gran relevancia que tiene el estudio de los efectos tóxicos de las partículas atmosféricas sobre la salud, ya que estamos frente a un contaminante que no sólo se ha asociado con la morbilidad, sino también con la mortalidad de las poblaciones expuestas. Hasta el momento se desconocen con exactitud los mecanismos mediante los cuales producen la muerte las partículas, aunque sí se tienen datos de laboratorio sobre sus efectos tóxicos. La información científica existente demuestra que, aun en concentraciones de PM10 por debajo de la norma, fijada en 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por 24 horas, se han observado efectos en la morbilidad y mortalidad de los individuos expuestos; por ello es fundamental proteger especialmente a los grupos susceptibles de la población, como es el de los niños menores de cinco años, el de los enfermos con padecimientos respiratorios y cardiovasculares, y el de las personas mayores de 65 años.

Otro aspecto del que sabemos muy poco es el relacionado con los carcinógenos presentes en la atmósfera de la ZMCM y con su probable efecto en la incidencia de cáncer pulmonar, y también hemos descuidado la evaluación del efecto de las partículas atmosféricas sobre ciertos pa-

decimientos, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el asma, las infecciones respiratorias agudas y algunas alteraciones reproductivas, por mencionar sólo unas cuantas, todo lo cual hace patente la urgencia de estimular las investigaciones y la formación de recursos humanos en el campo de la contaminación ambiental. 🌐

Agradecimientos

Los autores desean expresar su sincero reconocimiento al doctor Álvaro Osornio por sus atinados comentarios y por el tiempo dedicado a la discusión del presente trabajo.

Bibliografía

- Alfaro, M.E.; H.F. Arenas; Ch.L. Taja; P.A. Cervantes, y V.A.R. Osornio. "Alteraciones cromosómicas inducidas por un polvo casero de la ciudad de Mexicali, Baja California", *Revista del Instituto Nacional de Cancerología*, México, 1995, 41(4), pp. 196-204.
- Green, L.; T.I. Fortoul, R.G. Ponciano *et al.* "Bronchogenic Cancer in Patients Under 40 Years Old. The Experience of a Latin American Country", *Chest*, 1993, 104, pp. 1477-1481.
- Osornio, V.A.; N.A. Hernández, y A.G. Yáñez *et al.* "Lung Cell Toxicity Experimentally Induced by a Mixed Dust from Mexicali, Baja California, Mexico", *Environ. Res.*, 1991, 56, pp. 31-47.
- Ponciano, R.G.; V. Hernández; E. Salinas; I. Rosas; R. Montes; E. Valencia, y S.O. Rivero. "Urinary Cotinine as a Biomarker of Exposure to Environmental Tobacco Smoke in Mexican Population", *Resp. Crit Care Med.*, 1996, 153(4), p. A702.
- Laden, F.; L.M. Neas; W.D. Dockery y J. Schwartz. "Association of Fine Particulate Matter from Different Sources with Daily Mortality in Six U.S. Cities", *Env. Health Perspect.*, 2000, 108(10), pp. 941-947.

Geomática y arrecifes de coral

ALFONSO R. CONDAL, PEDRO L. ARDISSON Y ALFONSO CUEVAS JIMÉNEZ



Vista aérea de la porción sudeste del arrecife Alacranes, Yucatán, siete mil pies de altitud.



Introducción

Geomática o geoinformática son términos genéricos utilizados, desde hace aproximadamente un decenio, para indicar la integración de varias disciplinas geofísicas, específicamente, la geodesia, la ingeniería, el catastro, la agrimensura y la hidrografía, pero dichos términos engloban, asimismo, las tecnologías relacionadas con cartografía, fotogrametría, percepción remota, sistemas de posicionamiento global (GPS) y sistemas de información geográfica (GIS). Debido a las nuevas oportunidades que brinda para la adquisición, procesamiento y visualización de datos, la geomática encuentra su campo de aplicación en las ciencias de la tierra, además de ofrecer a los usuarios y a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales la posibilidad de obtener, en tiempo real, información exacta y precisa sobre la distribución, magnitud y calidad de los recursos naturales disponibles en determinada área.

Las investigaciones orientadas al estudio del ambiente recurren cada vez más a la utilización de la geomática, como lo demuestra el número creciente de publicaciones y de ponencias sobre el tema, presentadas en conferencias y congresos. Su aplicación al medio marino es responsable en gran medida del desarrollo de lo que en este artículo llamaremos “oceanografía espacial regional”, un campo interdisciplinario particularmente activo en el estudio de la zona costera y de sus ecosistemas críticos. La zona costera, entendida como el área que se extiende desde los 200 m de profundidad hasta los 200 m de altitud en la porción litoral emergida,¹ constituye un ámbito de transición entre los ambientes marinos y terrestres, y se caracteriza por presentar una elevada variabilidad. Ello indica la necesidad de generar informes en cuatro dimensiones (tres relativas al espacio y la otra al tiempo) y de crear un método sinérgico de trabajo, que permita el tratamiento conjunto de los datos espaciales (registrados mediante sensores remotos) y los de campo, y justamente, ante esta necesidad, la geomática exhibe su mayor potencial.

El proceso de integrar la geomática a los campos tradicionales de investigación se efectúa en tres etapas bien diferenciadas, la primera de las cuales consiste en la adquisición de *hardware* y *software*, así como en el entrenamiento subsecuente del usuario para el empleo de estas herramientas de trabajo; la segunda corresponde a la obtención de un nuevo tipo de datos, que tradicionalmente no se utilizaban o no se encontraban disponibles (por ejemplo, las imágenes de satélite); la tercera se refiere al diseño de experimentos, mediante los que se someten una o varias preguntas científicas a pruebas de hipótesis, utilizando para ello las diferentes capas de datos y relaciones almacenadas en un GIS. En el caso de la oceanografía espacial regional, el proceso de integración permite la captura, procesamiento y representación, en varios modelos, de datos meteorológicos (viento, presión atmosférica), físicos (mareas, oleaje), biológicos (productividad primaria) y de calidad del agua (descarga y transporte de contaminantes), cuyos resultados pueden presentarse en tres escalas temporales: instantánea (monitoreo),

predictiva (corto plazo, 1-10 días) y de evaluación de tendencias (largo plazo, meses a siglos).¹

Un ejemplo del tipo de resultados que pueden obtenerse al aplicar técnicas geomáticas al estudio del efecto de determinado desarrollo regional costero en el ecosistema marino, lo constituye el programa ASEAN (Australian Coastal Living Resources Program). Mediante este proyecto, científicos de Australia, Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia, desarrollaron un programa de oceanografía espacial regional, para el estudio de manglares, arrecifes coralinos y comunidades de sustrato blando; los datos que alimentaron el programa fueron adquiridos de forma sistemática y su procesamiento se efectuó de acuerdo con procedimientos estándar.² Respecto a su componente –arrecifes coralinos–, el énfasis se puso en el estudio de la calidad y dinámica de las masas de agua, en la clasificación de tipos de arrecife y en la cartografía de los elementos sumergidos a una profundidad de 30 metros.

Los arrecifes coralinos, además de su importancia ecológica, son también económicamente relevantes para las poblaciones humanas que tienen acceso a sus recursos, pues estos ecosistemas sustentan importantes pesquerías artesanales y constituyen un poderoso incentivo para el desarrollo de la industria turística. Por causas globales y locales se reconoce actualmente que los arrecifes coralinos se encuentran amenazados y en fase de regresión;³ este es un problema complejo que presenta ramificaciones, tanto científicas como políticas, económicas y sociales, y cuya solución deberá venir de la administración integrada de sus recursos, proceso por el cual se asegure un beneficio para todos los usuarios en un marco de respeto al ambiente. Para ello, los científicos y gestores responsables de su conservación y aprovechamiento deberán ser capaces de conseguir los datos de manera eficaz y de tomar las decisiones apropiadas, considerando todas las fuentes disponibles de información. De este modo, la percepción remota, los sistemas de información geográfica y de posicionamiento global, la fotogrametría y el análisis numérico de imágenes, representan herramientas modernas, eficaces y prácticamente indispensables para el logro de este propósito.

El presente artículo muestra el estado actual de la aplicación de la geomática en el estudio de los arrecifes coralinos, y dado lo amplio de la disciplina, este trabajo se limita al análisis no exhaustivo de tres de las tecnologías básicas que le sirven de sustento. Así, en la primera sección se discuten los aportes de la percepción remota y de la fotogrametría al campo de la geomática, y en la segunda y última se presentan las contribuciones de los sistemas de información geográfica al proceso de análisis e integración de datos.

Percepción remota y fotogrametría

En oceanografía espacial regional, el uso de la percepción remota y la fotogrametría consiste en adquirir, analizar e interpretar las imágenes satelitales y aéreas; así, la adquisición de datos desde el espacio permite estudiar vastas regiones de territorio con un mínimo de intervención en campo. De manera general, el uso exitoso de dichos datos espaciales depende de la relación entre la escala de las observaciones y la superficie mínima del área sobre la cual se desea obtener información. Por tanto, la escala de la fotografía aérea o la resolución espacial de las imágenes (el tamaño del pixel) es un factor importante que determina el tipo, la cantidad y la calidad de los informes que es posible extraer; de acuerdo con esto, los datos se pueden agrupar en cuatro categorías (véase tabla). Las imágenes de muy baja resolución son ideales para estudios de grandes áreas (monitoreo global), y se les utiliza principalmente para el registro de variaciones en las propiedades ópticas y térmicas de las masas de agua. En regiones costeras, la serie Nimbus, por ejemplo, mostró la posibilidad de estimar la magnitud de variables tales como la clorofila, la temperatura, las partículas en suspensión y los materiales húmicos, en tanto que las imágenes de baja resolución permiten estudiar la biogeoquímica de los océanos. A una resolución de 10 a 20 m por pixel, las imágenes muestran naturalmente más detalles y hacen posible evaluar con mayor facilidad las características de la zona costera, como por ejemplo los indicios de actividad biológica (concentraciones de



Crecimiento coralino en las cercanías de un peñón en Banco Chinchorro, Quintana Roo. En el sitio se aprecian las especies Millepora complanata, Diploria labyrinthiformis y D. strigosa. Profundidad tres metros.

Resolución espacial y ejemplos de sensores remotos

Definición	Resolución espacial (tamaño del pixel)	Ejemplo
Muy baja	100 m - 1 km	Satélites NOAA, SeaWiFS y Nimbus
Baja	10 - 100 m	Satélites Landsat, SPOT
Media	1 - 10 m	Satélite IKONOS, vuelo aéreo a alta altitud
Alta	cm	Vuelo aéreo a baja altitud



Vista aérea de una formación coralina de la laguna arrecifal de Akumal, Quintana Roo, altitud de mil pies.

fitoplancton, presencia de macrófitas costeras), las propiedades del agua (color, partículas en suspensión) y la presencia de contaminantes (petróleo).

En el caso específico del estudio de los arrecifes corallinos, los datos espaciales de muy baja o baja resolución ofrecen, en una primera aproximación, una resolución espacial poco apropiada, pero ello no significa que deban ignorarse, ya que proporcionan información valiosa sobre las variables oceanográficas, cuyo conjunto conforma las condiciones ambientales que integran y regulan dichos sistemas. Al respecto no hay que olvidar que el análisis a escala continental o regional debe integrar los procesos que ocurren en escalas inferiores, por ejemplo, la de carácter local. Las imágenes de media y alta resolución permiten detectar y cartografiar los cambios espaciales y temporales con resolución y precisión ideales, y puesto que éstas tienen una cobertura espacial restringida son apropiadas para el estudio de zonas de dimensiones reducidas como es el caso de algunos ambientes estuarinos.

Desde el punto de vista de la cartografía y la caracterización de los sistemas arrecifales, la fotografía aérea se utilizó por primera vez en varias islas del Pacífico durante la década de los cincuenta, y en el campo de la fotogrametría, la literatura científica muestra ejemplos exitosos, en los cuales la película sensible al espectro visible ha sido reemplazada por otra, sensible a regiones particulares del espectro electromagnético. Así, por ejemplo, se ha empleado película sensible al infrarrojo para lograr la diferenciación entre corales vivos y algas, cuyas primeras imágenes satelitales fueron proporcionadas en 1972 por el sistema Earth Resources Technology Satellite, precursor del Landsat. Estas imágenes digitales permitieron, por medio del método BRIAN (Barrier Reef Imagery Analysis), cartografiar a gran escala la gran barrera arrecifal de Australia, y desde entonces, tanto los sistemas satelitales (Landsat, SPOT) como la fotografía aérea vertical han sido ampliamente utilizados con fines de evaluación ecológica y monitoreo ambiental.

En la década de los noventa se difundió exitosamente el uso de sensores digitales multiespectrales, instalados en plataformas aéreas, que se utilizan sobre todo en la carto-



Paisaje arrecifal somero. Arrecife Paraíso, Cozumel.

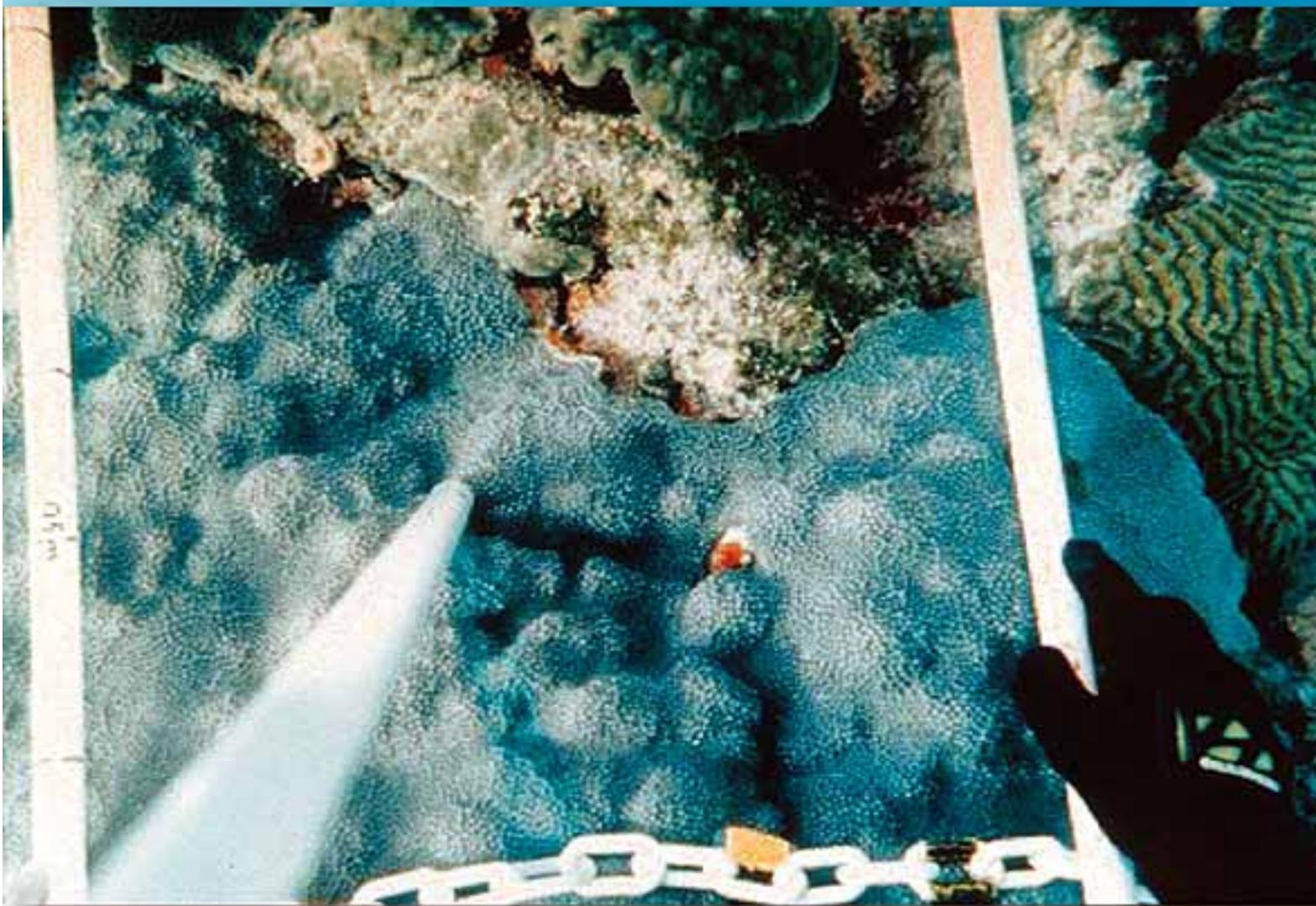


Canal arrecifal con predominio de coral pétreo de la especie *Agaricia tenuifolia*. Arrecife Palancar, Cozumel. Profundidad 12 metros.

grafía de habitat bentónicos; sin embargo dado el costo relativamente elevado de su empleo se observa ahora el regreso al uso de la película sensible al espectro visible, pero utilizada esta vez en combinación con técnicas de análisis numérico de las imágenes. En otras palabras, se digitaliza la película fotográfica y se le trata como si fuera una imagen multiespectral; de esta manera, las fotografías aéreas de baja altitud y alta resolución espacial han mostrado ser apropiadas para evaluar ambientes arrecifales someros.

Un tipo particular de imagen es la de radar. Estas imágenes, tanto aéreas como satelitales, cobran cada día mayor importancia debido a la capacidad de penetrar las nubes que posee la señal que las genera. Las causas que influyen en la señal de radar reflejada por una superficie se refieren, entre otros factores, a la rugosidad del terreno y al ángulo de observación del sensor. El primer satélite dedicado a

estudios oceanográficos fue justamente un sistema de radar denominado Seasat-1, que en 1978 mostró por primera vez patrones específicos en la señal de microondas, correspondientes a características del fondo marino costero (barras arenosas). En general, las imágenes de radar han encontrado una serie de aplicaciones en el estudio de zonas tropicales, como el reconocimiento de las áreas costeras y la detección de contaminantes, pero requieren de un tratamiento numérico especial y de un *software* comercial, capaz de realizar el procedimiento. Este tipo de *software* existe sólo desde hace unos cinco años en el mercado; sin embargo, el actual empleo de varios sistemas comerciales aéreos y satelitales dotados de este tipo de sensores, como por ejemplo ERS (Europa), JESR (Japón) y RADARSAT (Canadá), con toda seguridad hará aumentar en el futuro las aplicaciones de las imágenes de radar al estudio de las zonas costeras.



*Acercamiento fotográfico a un parche coralino situado a 10 metros de profundidad en el arrecife frontal de Akumal, Quintana Roo. La mayor cobertura de coral corresponde a la especie *Montastraea annularis*.*

Al examinar la utilidad y las limitaciones de los sensores remotos disponibles debe considerarse que la fotografía aérea, desde su invención hasta 1960, fue la única fuente de datos espaciales para el estudio de nuestro planeta, y la aplicación de esta tecnología en el análisis de los arrecifes coralinos sufrió de las mismas limitaciones que ésta presentaba en el campo de otras aplicaciones científicas, porque el análisis era visual, lento, costoso en términos de esfuerzo y técnicamente difícil. El arribo de la era espacial, con la implantación de la computadora digital como herramienta principal de cálculo y la posibilidad de obtener imágenes digitales multiespectrales, ofreció una

vía de solución a los problemas que limitaban el uso de la fotografía aérea.

Una mirada retrospectiva muestra que, durante los primeros años de la era espacial, la capacidad de los sensores remotos para eliminar los problemas endémicos de que adolecía el uso de la fotogrametría clásica fue percibida con una gran dosis de optimismo. No obstante, durante las décadas de los años setenta y ochenta, los investigadores, no sólo de las ciencias marinas sino de las ciencias de la tierra en general, sufrieron cierto grado de desilusión al comprobar que el uso y la interpretación de los datos espaciales eran menos efectivos de lo que se pensaba, al



*Acercamiento fotográfico a una colonia coralina de la especie *Diploria strigosa*, situada a 10 metros de profundidad en el arrecife frontal de Akumal, Quintana Roo. El área blanca corresponde al tejido necrosado y cubierto por sedimento.*

grado de que algunos llegaron a preguntarse cuál es exactamente la utilidad del sistema Landsat para el monitoreo de nuestro planeta, pero en la década de los noventa, la emergencia de nuevos sensores remotos y de una comprensión mejor de la manera de aplicarlos aminoró esta inquietud.

El análisis comparativo de las ventajas y los inconvenientes que caracterizan a la fotogrametría y a las imágenes de satélite, nos permite apreciar que ésta proporciona una resolución alta (cm), pero con coberturas necesariamente pequeñas, en tanto que para el caso de las segundas

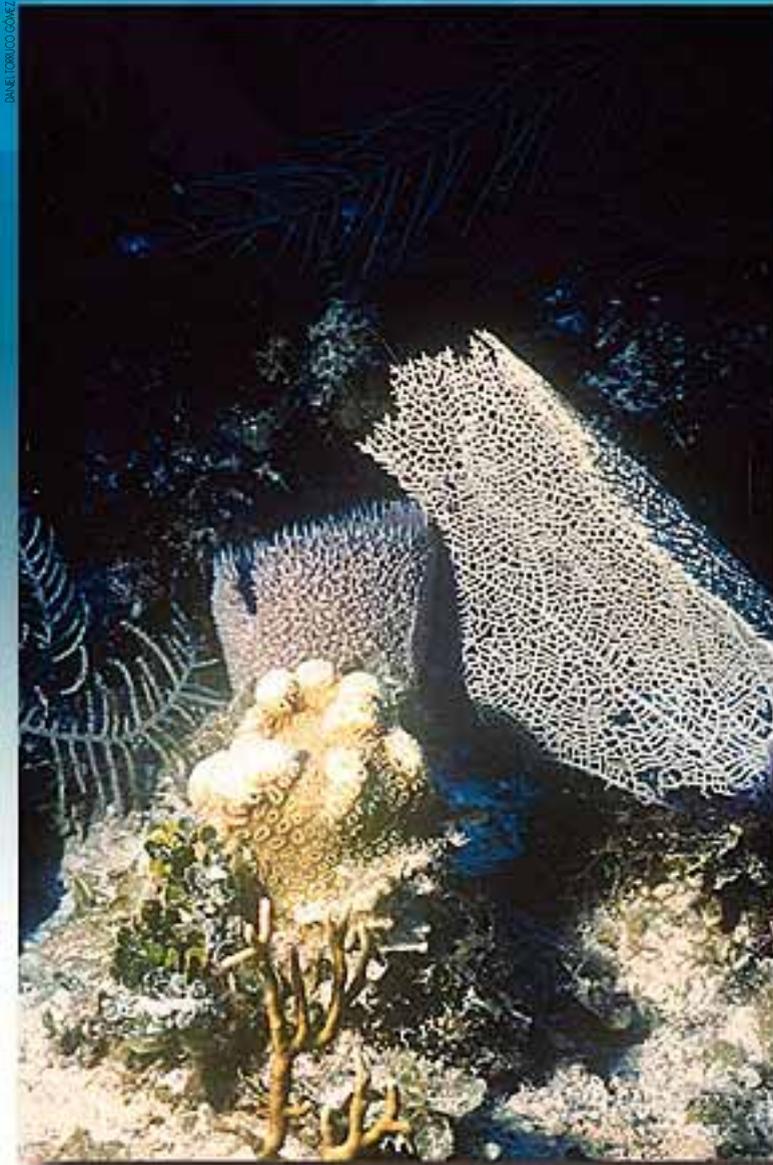
todo tipo de corrección geométrica se vuelve problemática, dada la dificultad para obtener puntos de control georreferenciados en el interior de los cuerpos de agua, lo que dificulta a su vez formar mosaicos que representen una vasta región. La fotografía aérea no tiene capacidad multiespectral, y para la incorporación de este tipo de datos en un GIS se requiere que sea previamente digitalizada. En contraste con las imágenes de satélite, el uso de la fotografía aérea permite trabajar con una resolución espacial alta, aunque sacrificando el número de bandas electromagnéticas y la cobertura espacial.

A pesar de la limitada resolución espacial que ofrecen los datos de las imágenes satelitales para el estudio de los arrecifes coralinos, éstos, al estar dotados de una capacidad multiespectral y poder ser tratados de manera digital, presentan una visión sinóptica, replicada en el tiempo, imposible de obtener con ningún otro tipo de sensor. Lo ideal sería utilizar un sensor remoto que tuviera las características, tanto de la fotografía aérea como de la imagen satelital. Esta aspiración casi se logró a principios de la década de los noventa, con la emergencia de los sensores remotos digitales instalados en aviones, que poseen cuatro grandes ventajas: a) mayor número de bandas espectrales que los sensores remotos instalados en satélites (entre 10 y 300); b) anchura y ubicación de bandas espectrales variables (anchura mínima de 2 a 3 nm); c) capacidad para cubrir la totalidad del espectro electromagnético, y d) alta resolución espacial.

Dos ejemplos que permiten ilustrar esta tecnología son el Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS), desarrollado por la NASA, y el Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI), por ITRES Instruments (Canadá) que, como sus nombres lo indican, han sido utilizados hasta el momento sólo en aviones. AVIRIS es un instrumento único que produce imágenes calibradas en radianza para 224 bandas, aproximadamente de 10 nm de ancho en la región 380-2500 nm del espectro y cuya resolución espacial es cercana a los 20 m, mientras que CASI ofrece la posibilidad de escoger hasta 288 bandas espectrales que tengan entre 400 y 1000 nm, con una anchura mínima por banda de 2 nm. La resolución espacial varía entre 10 y 0.5 m, de acuerdo con la altura de vuelo y el volumen total de datos deseados, y a estos dos sensores se les ha utilizado en los últimos cinco años en el estudio de las zonas costeras; AVIRIS, por ejemplo, ha mostrado suficiente resolución espectral como para detectar diferencias en la posición del máximo de clorofila en el espectro de absorción de diferentes tipos de vegetación presente en áreas de humedales, y, por su parte, CASI, dada su mayor resolución espacial, ha tenido aplicaciones específicas en el estudio de los arrecifes coralinos (cartografía de habitat, por ejemplo).



Pared coralina frente a fondo arenoso. Arrecife Palancar, Cozumel. Profundidad 25 metros.



Organismos típicos de un ambiente arrecifal. Entre ellos, *Millepora alcicornis*, *Gorgonia ventalina*, *Callyspongia* sp. y *Dichocoenia stokesi*. Localidad Obispo Sur, Sonda de Campeche. Profundidad 20 metros.

El sistema CASI ha producido tan buenos resultados como los obtenidos mediante la fotografía aérea, con la ventaja suplementaria de que los datos así registrados poseen formato digital multiespectral, y son significativamente más precisos que los obtenidos desde satélites. Para áreas mayores de 60 km^2 , el sensor más preciso y económico es Landsat TM, mientras que para las áreas menores de 60 km^2 lo es SPOT XS; así, en términos de precisión, para una cartografía detallada, el sensor más útil es CASI, seguido de la fotografía aérea y de las imágenes de satélite. Por estas razones, se predice que el monitoreo de zonas costeras, por medio de sensores remotos numéricos pero instalados en aviones, no en satélites, aumentará de manera apreciable en el curso de los primeros años del presente siglo, y de manera análoga, en el campo de las imágenes de satélite, las mejoras tecnológicas continuarán su evolución. De este modo, la NASA ha colocado recientemente en órbita el sistema MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer), que posee 36 bandas espectrales.

Este análisis muestra que el costo es otro aspecto importante que debe considerarse en la selección de un sensor, y puesto que cada usuario presenta diferentes necesidades de investigación y facilidades técnicas para el estudio de datos y presupuestos diversos, sugerir un tipo particular de sensor como el más apropiado resulta controversial. En general, el uso de sensores remotos requiere de una planificación minuciosa de todos los aspectos implicados en el proyecto, pues la obtención, el tratamiento y el análisis de los informes es un proceso oneroso; por ejemplo, los altos costos de vuelo y el procesamiento de datos CASI obligan a cartografiar sólo pequeñas porciones de territorio. Dado el alto costo asociado con el uso de sensores multiespectrales en plataformas aéreas, y gracias a la reciente aparición de digitalizadores eficaces, en los últimos años se ha observado la tendencia a regresar al uso de la película fotográfica o de la fotografía digital, empleadas conjuntamente con métodos de análisis numérico de imágenes.⁴ Otros ejemplos de aplicación incorporan sistemas simples, de costo moderado, como las cámaras fotográficas de 35 mm, los filtros de interferencia, las cámaras

de video y los globos aerostáticos como plataforma aérea.

Sistemas de información geográfica

Estos sistemas constituyen herramientas de administración de datos de gran utilidad global, regional y nacional, tanto en el campo científico como en el social y el económico. Los GIS son una combinación de *hardware* y *software*, que posibilitan el análisis y la integración de grandes cantidades de datos georreferenciados, provenientes de fuentes tan diversas como imágenes satelitales, mapas y registros de campo.

Precursora de los GIS fue la cartografía numérica, nacida durante la década de los noventa como respuesta al incremento constante en la demanda de datos vinculados con la disponibilidad de recursos naturales. Los primeros sistemas de este tipo hicieron su aparición en Holanda, Inglaterra, Australia y Canadá, y fueron de ayuda, en especial, para automatizar el proceso de delineamiento de contornos en la confección de mapas. En los años ochenta se produjeron en Europa, Australia y América del Norte avances rápidos en el uso de esta herramienta de trabajo, pero su empleo y desarrollo fueron costosos, sobre todo desde el punto de vista del *hardware*. Hubo desarrollos paralelos y, consecuentemente, se duplicó el esfuerzo para adquirir, analizar y presentar los datos en campos tan diversos como la ingeniería, la teoría estadística, la percepción remota y la fotogrametría; las aplicaciones militares cubrieron y frecuentemente dominaron los desarrollos obtenidos en los campos civiles, y esta multitud de trabajos, inicialmente independientes unos de los otros, culminó a principios de los años noventa en la emergencia de los primeros GIS. El resultado principal de más de veinte años de desarrollo tecnológico es que estos sistemas se han transformado, a escala mundial, en una herramienta de trabajo con aplicaciones en casi todos los campos del conocimiento.

Los GIS marinos poseen una serie de funciones que normalmente no se encuentran programadas en los GIS terrestres. Así, mientras la magnitud de la clorofila, de la temperatura o de la salinidad del agua puede variar de



Gorgonaceo muricea muricata, en el centro de la imagen. Localidad Obispo Sur, Sonda de Campeche. Profundidad siete metros.



Colonia de coral pétreo *Acropora palmata* en el arrecife Palancar, Cozumel. Profundidad seis metros.

manera significativa a una escala temporal de horas, en aplicaciones terrestres dicha escala de variación es habitualmente de orden mensual o anual, y los datos de temperatura o salinidad registrados a diferentes profundidades requieren de funciones de representación en tres dimensiones. Finalmente, los GIS marinos deben ser capaces de utilizar conjuntamente datos satelitales, meteorológicos y oceanográficos.

Los GIS marinos son utilizados actualmente, sobre todo en América del Norte, Australia y Europa para la predicción y monitoreo, en tiempo real, de procesos dinámicos (productividad primaria) y para determinar la calidad del agua. Un ejemplo de lo anterior son los desarrollados para predecir la dinámica oceanográfica del norte del Golfo de México, mediante el estudio de las propiedades ópticas de las masas de agua.⁵ La experiencia obtenida en esta zona ha servido como modelo en el desarrollo de nuevos conceptos y métodos de utilidad para las regiones costeras en otros lugares del planeta (por ejemplo el mar de Arabia), y de esto ha surgido específicamente el desarrollo de algoritmos regionales para el cálculo del color del agua, de técnicas espaciales apropiadas para la cartografía de estuarios y la elaboración de modelos de dinámica de contaminantes. Desde el punto de vista de la utilización de los GIS en el estudio de arrecifes coralinos, se puede citar como ejemplo el caso del parque marino de la gran barrera arrecifal de Australia, donde han permitido tratar de manera simultánea la información existente sobre los diversos elementos que inciden en el aprovechamiento de los recursos naturales y en el desarrollo socioeconómico de esa región.

Conclusiones

Desde el punto de vista de la adquisición de datos, los sensores remotos, aéreos y satelitales que operan en las regiones visible-infrarrojo ($\sim 0.4 - 12 \mu\text{m}$) o microonda ($\sim 0.3 - 30 \text{ cm}$) del espectro electromagnético han demostrado su capacidad para medir con precisión cuatro parámetros básicos de la superficie de los cuerpos de agua, que son color, temperatura, altura y rugosidad. Toda característica de un cuerpo de agua, ya sea

física, química, geológica o biológica, para poder ser medida con sensores remotos debe representarse por la firma espectral de uno de estos cuatro parámetros básicos al menos, por ejemplo, la clorofila, que se detecta principalmente por variaciones de color y, en menor grado, de temperatura. La predicción de la presencia y el crecimiento del fitoplancton está muy relacionada con la temperatura y la dinámica del cuerpo de agua (viento, olas, corrientes, estructura vertical en la densidad del agua) y, sobre esta base, los cambios en las propiedades del medio marino, inducidos por movimientos de las masas de agua (mareas, oleaje) o por la presencia de contaminantes, son detectables, en principio, por medio de sensores remotos.

La mayor ventaja en el empleo de sensores remotos es, sin duda, su amplia cobertura espacial, en tanto que la pérdida de resolución de las imágenes (por absorción atmosférica de la señal o precisión instrumental variable) y el elevado costo de operación representan sus mayores inconvenientes. En contrapartida, lograr la capacidad para integrar los datos espaciales con informaciones de campo, análisis estadísticos y producción de mapas, constituye un prerrequisito indispensable para el uso efectivo de datos aéreos y satelitales. Los GIS permiten al usuario desempeñar esa función y, con tal capacidad, su emergencia ha hecho posible probar hipótesis inimaginables antes del desarrollo de las tecnologías implicadas en la geomática. Dichos sistemas son una herramienta práctica y poderosa para detectar zonas particularmente vulnerables por su fragilidad ecológica y por las presiones ambientales que sobre ellas se ejerzan, permitiendo, así, planificar y orientar el desarrollo futuro de una región.

Los arrecifes coralinos constituyen, a escala mundial, uno de los ejemplos más palpables del ecosistema amenazado por las actividades humanas, y conservarlo implica mejorar el conocimiento sobre sus límites precisos de distribución, su estructura comunitaria y los procesos físicos y biológicos que regulan su productividad. Por la capacidad de integración de datos, la geomática se encuentra en una posición privilegiada, al prestar un apoyo eficaz para comprender los cambios y las amenazas que pesan sobre este ecosistema en las escalas espaciales y temporales críticas a las que éstos se producen. ●

Agradecimientos

Deseamos hacer patente nuestro reconocimiento al Conacyt por su apoyo al proyecto denominado Creación de un sistema de información geográfica para el ambiente litoral de Quintana Roo, que incentivó la preparación del presente artículo. También damos las gracias a la bióloga Delta Castillo Fernández por su revisión y sus comentarios al manuscrito.

Referencias

- 1 Victorov, S. *Regional Satellite Oceanography*, Londres, 1996, Taylor & Francis, 306 p.
- 2 Mohamed, M.I.Hj. "Remote Sensing Applications to Environmental Monitoring of the Coastal Zone", pp. 429-438, in A. Vaughan, and A.P. Cracknell (ed.) *Remote Sensing and Global Climate Change*, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute Summer School on Remote Sensing and Global Climate Change, Dundee, Scotland, 19 July-8 August 1992, NATO ASI Series I, vol. 24, Springer-Verlag, Berlin.
- 3 Richardson, L.L. "Coral Diseases: What is Really Known?", *TREE* 13, 1998, pp. 438-443.
- 4 Cuevas Jiménez, A. Corales escleractínios someros bajo condiciones ambientales subóptimas en Yalkú, Quintana Roo, tesis de maestría, Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, Mérida, Yucatán, 2000, 74 p.
- 5 Oriol, R.A.; P.M. Martinolich, y R.A. Arnone. "Development of an 800 Meter (m) Bio-optical Database from Satellite Ocean Color for Applications in Coastal Processes", pp. 271-280, in *Proceedings of the Second Thematic Conference Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, New Orleans, USA, 31 January-2 February 1994, vol. 2.

Psiconeuro



inmunología

Procesos psicológicos, inmunosupresión y efectos en la salud

RICARDO A. MÁRQUEZ, BENJAMÍN DOMÍNGUEZ
Y JOSÉ MONTES

E

Resumen

El siguiente documento tiene como objetivo presentar una perspectiva de algunos de los trabajos representativos sobre la psiconeuroinmunología mundial, y al mismo tiempo revisar determinados aspectos ligados a esta materia, como los procesos psicológicos, el estrés, la inmunosupresión y los efectos en la salud. En particular se mencionan algunos estudios y conclusiones, propuestos para explicar los cambios en los niveles corporales de las inmunoglobulinas, principalmente de tipo A (IgA), durante la acción de la inmunidad humoral en los periodos de distrés. Finalmente, se informan los resultados inmunológicos de la experiencia en una comunidad de Acapulco, Gro., México, obtenidos por un equipo de trabajo adscrito a la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), capacitado para el manejo no invasivo del estrés.

Introducción

Un antiguo refrán mexicano tradicional afirma que: “Al perro más flaco se le suben todas las pulgas”, y paralelamente otro, traducido del inglés, dice: “Para quien sólo posee un martillo, todo el mundo tiene cara de clavo”. Ambos refranes expresan dos aspectos importantes, primero, la causa por la cual una mala condición emocional tiene efectos negativos sobre la salud y, segundo, el porqué es tan difícil lograr el consenso entre los investigadores para evaluar y tratar algún problema específico, ya que cada uno de ellos utiliza sus propias perspectivas, definiciones y herramientas. Esta situación es particularmente cierta en el caso de la investigación en la psiconeuroinmunología (PNI), porque en ella convergen distintas disciplinas que pretenden estudiar científicamente la interacción de los factores psicológicos, el Sistema Nervioso Central (SNC) y la Respuesta Inmune (RI). La PNI se enfoca al estudio y explicación de la creencia común de que la personalidad y las emociones ejercen alguna influencia sobre la salud; además, también tiene el potencial para desarrollar intervenciones psicológicas que puedan mejorar la RI y, por consiguiente, modificar la predisposición, el inicio y el progreso de las enfermedades, tanto infecciosas como crónicas degenerativas; finalmente, intenta utilizar el parámetro inmunológico no invasivo, para obtener información significativa sobre la aplicación de técnicas de autorregulación en el tratamiento y prevención de las enfermedades (Domínguez, Márquez, Meza y Pérez, 1995).

Antecedentes

La investigación psicobiológica reciente ha generado datos confiables sobre la estrecha relación entre el estrés y los estados psicológicos de los individuos, con sus consecuencias neuroendócrinas primero, y luego inmunes. De forma similar al modelo evolutivo de selección natural de las especies, propuesto por Darwin en 1859, los estados de estrés bajo condiciones agudas que no rebasan el umbral de respuesta de los individuos desem-

peñan un papel adaptativo esencial para la sobrevivencia y se consideran como una respuesta normal a cualquier evento estresante que rebase esos umbrales y genere patologías que se vean reflejadas en la disminución de la salud (Lerner, 1984).

En el año de 1964, George Solomon y Rudolph Moos propusieron el uso del término psiconeuroinmunología para describir el estudio de los eventos emocionales y sus consecuencias inmunitarias, sin embargo, este joven campo de estudio de las neurociencias nació formalmente en 1975, cuando adquirió fuerza la hipótesis de que los factores psicológicos podrían afectar el funcionamiento de los sistemas nervioso central e inmune, conforme al condicionamiento y el aprendizaje (Ader, 1981). En ese año apareció publicado el primer artículo relacionado con el campo de la PNI, y los autores Ader y Cohen demostraron la interacción del SNC con el sistema inmune (SI), condicionando la RI en ratas y concluyendo que ésta queda sujeta a un tipo de asociación del aprendizaje y otros sistemas corporales (Ader y Cohen, 1975). Es así como estos estudios clínicos abrieron la puerta a investigaciones que incluyeron tres componentes: el estrés psicológico, la disfunción de la RI y el desarrollo de enfermedades.

Los efectos terapéuticos de los estudios en PNI han mostrado la actividad inmunológica; por ejemplo, Pennebaker, Kiecolt-Glaser y Glaser (1988) investigaron las relaciones del método de escritura emocional y las experiencias traumáticas con la función inmune en dos grupos de estudiantes, sugiriendo en sus resultados que quienes afrontaron dichas experiencias traumáticas, al escribir sobre ellas se vieron beneficiados al incrementar su actividad inmune y reducir las visitas al médico. Resultados similares lograron Levy en 1989 y Antoni y cols. en 1990, en personas con cáncer terminal e infectadas con SIDA, respectivamente, por lo cual los estudios en PNI se han aplicado en diversos campos, para asistir el tratamiento de distintos trastornos asociados con el estrés crónico (Brannon y Feist, 1992) y de individuos que presentan cuadros de estrés postraumático –EPT– (Domínguez y cols., 1998a).

Se ha postulado que el sistema inmune se suprime por las percepciones negativas sobre el estrés, y entonces la pregunta que necesita respuesta es: ¿Cómo reacciona el SI ante las respuestas positivas que se consideran desafíos? Para poder estudiar el efecto de la percepción positiva y la negativa de los sucesos cotidianos sobre la producción de anticuerpos, Stone y sus colegas administraron una cápsula de proteína inocua, que desencadenaba una RI entre hombres voluntarios de una comunidad, durante un periodo de 12 semanas; cada uno de los voluntarios escribía un diario y proporcionaba muestras salivales, que se usaron para medir sus niveles de inmunoglobulina A en saliva (IgAs). Los resultados del estudio demostraron que la producción de la IgAs se relacionaba positivamente con los sucesos positivos (deseables) y negativamente con los sucesos negativos o indeseables (Stone y cols., 1994). Un estudio más amplio apoyó el descubrimiento anteriormente descrito y la investigación se encaminó a la medición de los efectos de las demandas laborales sobre los niveles de la IgA y el cortisol en saliva, en el caso de controladores del tráfico aéreo (CTA); con ese propósito, 158 hombres CTA proporcionaron muestras de saliva después de cada dos sesiones laborales. Zeier y sus colegas encontraron que en contraste con la inmunosupresión esperada bajo estrés, los niveles de IgA y cortisol salival se mantuvieron elevados después de las jornadas de trabajo y, además, el incremento de la IgAs no estaba correlacionado con las cargas de trabajo reales o percibidas o con la respuesta del cortisol; los CTA mostraron gran orgullo profesional y obtuvieron elevados puntajes en escalas del estado de ánimo de una lista de verificación que medía sus respuestas emocionales ante las sesiones laborales, por lo tanto, Zeier y su equipo concluyeron que el compromiso emocional positivo podría ser el responsable del incremento en la IgAs y un indicador fisiológico útil para establecer la diferencia entre los efectos del estrés positivo y el negativo (Zeier, Brauchli y Joller, 1996). Antes, ya se había sugerido que los eventos estresantes por sí mismos no necesariamente se relacionaban con la inmunosupresión; no obstante, el estrés que sí se relaciona con la enfermedad podría ser definido como la

percepción de la amenaza física o psicológica, asociada con la percepción de que las respuestas disponibles no son las adecuadas para afrontarlo, según Borysenko, 1995, y Terr, 1995 (Domínguez, 1998a).

Los factores psicológicos y la respuesta inmune

En general, la RI es un proceso que depende de la activación, primero cognoscitiva, luego neural y por último endocrina, para que se presente después de algún evento que produzca un estado de estrés en el individuo, independientemente de si éste es positivo (eustrés) o negativo (distrés). A su vez, la activación cognoscitiva dependerá de varios factores que se relacionan con las condiciones psicológicas del individuo, es decir, las características del comportamiento que permiten establecer una integración afectiva, y de acuerdo con ésta, responder con estrategias de afrontamiento. Otros factores son la condición física del individuo, que se vincula con los estilos de vida (dieta, ejercicio, descanso, etc.); el ambiente social en el que se desarrolla la persona (trabajo, familia, conocidos, etc.); el medio físico (frío, calor, contaminación, ruido, etc.); la predisposición genética, y los aspectos demográficos como la edad, el sexo, la raza, el estatus socioeconómico, la educación y la ocupación, entre otros (Sutherland y Cooper, 1990).

Si entre la RI y el SNC existe una comunicación bidireccional, es indispensable entender qué mecanismos celulares intervienen en la RI y cómo se retroalimentan las respuestas del organismo a nivel del SNC, manifestándose con la conducta. De acuerdo con la inmunología, las respuestas inmunitarias dependen de la capacidad de un organismo de distinguir entre lo que es propio y lo que son agentes extraños, mediante las células llamadas linfocitos durante la inmunidad humoral, mediada específicamente por los linfocitos B que se encargan de la producción de la IgA, considerada como un indicador de estrés y que se encuentra en las lágrimas, la saliva y las secreciones respiratorias, vaginales y digestivas, teniendo como función proteger las membranas mucosas de entrada del cuerpo. Normalmente, los niveles plasmáticos de IgA fluctúan en

tre los 70 y 120 mg/dL (miligramos por decilitro), y para la saliva se considera que los valores de referencia deben de ser aproximadamente un tercio de dicho valor, es decir, entre los 24 y 42 mg/dL, según Donà y cols. (1987), aunque Tietz (1983) mencionó en su artículo que los valores plasmáticos normales referidos en la literatura para la población adulta normal varían dentro del rango de 80 a 310 mg/dL; sin embargo, estos valores cambian en función de diversos factores como la edad, el sexo, el área geográfica, la raza y la metodología empleada para cuantificarlos (Márquez, 2000).

La inmunosupresión

Se ha documentado desde hace tiempo que un individuo que padece estrés es más vulnerable a las enfermedades y afecta la curación de heridas al modificar la función inmune específica humoral y celular, disminuyéndola y haciendo más lenta la recuperación. Del mismo modo, se ha documentado extensamente que la alteración de los escenarios naturales y urbanos puede producir efectos emocionales y físicos incapacitantes, de duración incierta, que son más evidentes en personas víctimas de desastres naturales, accidentes fatales, sobrevivientes de los campos de concentración y de acciones criminales, como son secuestros o violaciones (Domínguez, 1998a); este tipo de eventos genera la liberación de grandes cantidades de corticoesteroides en el torrente sanguíneo de los individuos, provocándoles inmunosupresión generalizada, que es potencialmente la causa directa de una clase de estrés que rebasa sus respuestas adaptativas y se ha denominado estrés negativo o distrés, y que en casos específicos se clasificó como EPT (APA, 1994).

El estrés postraumático (EPT)

Las alteraciones emocionales generadas o asociadas a partir de un trauma se postularon hace más de un siglo. Epidemiológicamente, la incidencia y prevalencia del EPT en diversos países del mundo no han sido identificadas totalmente, ya que diversas investigaciones en grupos particulares de estudio arrojan por-

centajes que van del nueve al 50%, según sea el caso. Los desastres naturales de cualquier índole ocasionan alteraciones emocionales psicobiológicas y, en muchos casos, lesiones físicas incapacitantes de duración incierta, asociadas al síndrome de estrés postraumático. De acuerdo con Domínguez y sus colaboradores (1998b), las implicaciones inmunológicas que conlleva el EPT pueden considerarse como un indicador del impacto en la salud de los individuos afectados, y estudios recientes han puesto en evidencia una alta prevalencia en las tasas de experiencias traumáticas en la población general, aproximadamente de 68% en los Estados Unidos, y que de esta cifra, entre el nueve y el 12% desarrollarán EPT con sus diversas consecuencias (Putnam, 1995). El EPT se ha definido, según el DSM-III *Manual diagnóstico y estadístico de las enfermedades mentales*, tercera edición (1980), de la Asociación Psiquiátrica Americana (APA), como una alteración formal con síntomas psicofisiológicos distintivos, relacionados con la reexperimentación (pesadillas, *flashback*, etc.), la evitación/adormecimiento (alejarse deliberadamente de los estímulos relacionados con el trauma e insensibilidad emocional) y la activación elevada (insomnio, hiperactividad e irritabilidad); además, en la versión más reciente del DSM (DSM-IV), la propuesta de diagnóstico del EPT incluye criterios relacionados con un evento traumático, en el que la persona experimenta, atestigua o afronta un evento que constituye una amenaza real o potencial a su vida o integridad física, y que su respuesta emocional manifiesta horror, desamparo o miedo intenso (Domínguez, 1998a). Las consecuencias u orígenes del EPT se generan a partir de los siguientes eventos: a) desastres naturales (terremotos, incendios, huracanes, inundaciones, tornados, erupciones volcánicas, avalanchas, pestes y plagas); b) desastres provocados por el hombre (guerras, accidentes en transportes, sobrevivientes de los campos de concentración, genocidio, tortura, asalto, violación, encarcelamiento, secuestro, accidentes nucleares y químicos), y c) experiencias personales como la muerte de un familiar, separación o divorcio, violencia intrafamiliar, migración, despido, pobreza, cirugía, lesiones o enfermedades (Domínguez, 1998a).

La experiencia en México

En el periodo de abril de 1998 a marzo de 1999, el equipo dirigido por Benjamín Domínguez y sus colaboradores y auspiciado por los proyectos Conacyt Impacto humano del fenómeno de El Niño, 98PÑ-1297 y PAPIIT-UNAM IN-504997 (1999-2000), iniciaron un estudio general para identificar y tratar EPT en las personas de la colonia El Renacimiento, de Acapulco, Gro., que fueron afectadas por el huracán Paulina. En dicho estudio, una de las líneas de investigación se enfocó a la exploración de los individuos que habían sufrido pérdidas humanas y materiales, reubicados en la comunidad CORETT-Sedesol y que desarrollaron altos niveles de EPT, midiéndoles la IgAs. Los resultados indicaron que las personas con EPT, identificadas poco después del desastre, incrementaron de manera natural sus niveles de IgAs después de un año (en promedio: 24.9 mg/dL), dentro del rango normal de 24 a 42 mg/dL, y que se obtuvieron antes de un taller para el control del estrés. Después del taller se tomaron otras muestras de saliva a los mismos sujetos, resultando que la IgAs disminuyó drásticamente (en promedio: 3.3 mg/dL) y concluyendo que, muy probablemente, con el simple hecho de recordar el evento traumático se produjo una inmunosupresión (véase gráfica 1). Este estudio exploratorio permitió verificar que durante los procesos de la revelación emocional (recordar el evento traumático) se produce una marcada inmunosupresión. De acuerdo con nuestros resultados, dos meses después los sujetos recuperaron sus niveles de IgAs en saliva, a causa de la atención psicofisiológica y los efectos inmunológicos positivos que promueven los talleres para el control del estrés, mismos que han sido documentados por varios autores (Domínguez, 1998a; Márquez, 2000).

En forma paralela a este estudio exploratorio se cuantificó la IgAs en los participantes del proyecto (Psicólogos de la Salud), antes, durante y después de aplicar los talleres para el control del estrés, mostrando los siguientes resultados: antes, 9.75 mg/dL; durante, 9.15 y después, 20.7 mg/dL en promedio (véase gráfica 2); de acuerdo con estos datos, la existencia de inmunosupresión se manifiesta

Inmunoglobulina A salival (IgAs). Grupo CORETT-Sedesol



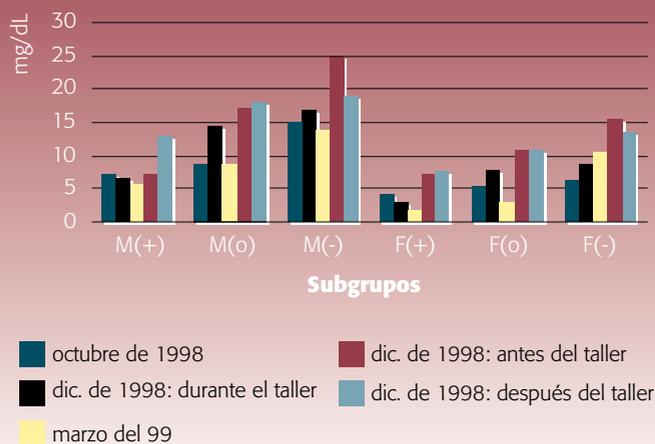
Gráfica 1. Registro promedio de la IgAs en un grupo de personas afectadas por el huracán Paulina durante un ejercicio de evocación del evento traumático. Los valores se expresan en miligramos por decilitro (mg/dL).

Inmunoglobulina A salival (IgAs). Grupo de investigadores



Gráfica 2. Registro promedio de la IgAs en las etapas de estudio durante la investigación. Los valores se expresan en miligramos por decilitro (mg/dL).

Concentrado de los promedios de IgAs



Gráfica 3. Valores promedio de IgAs, medidos en unidades de miligramos por decilitro (mg/dL) en los grupos y subgrupos de estudio durante todo el periodo de investigación (de octubre de 1998 a marzo de 1999).

Abreviaturas: M(+) y F(+) = hombres y mujeres con alto EPT, M(o) y F(o) = Hombres y mujeres con EPT moderado, M(-) y F(-) = hombres y mujeres con bajo EPT.

ta, entre otros factores, por la carga de trabajo que genera altos niveles de estrés. Después de la tarea hay un relajamiento que pone en evidencia el incremento en la IgAs y tiende a los niveles de norma. Esto ha sido propuesto por otros autores, indicando que los trabajos en donde se combina alta demanda y compromiso por parte de los profesionales de la salud y de otros relacionados con el manejo de pacientes traumatizados (médicos, bomberos, enfermeras, etc.) generan periodos con altos niveles de estrés que se manifiestan con una inmunodeficiencia que, en muchos casos, provoca el mal desempeño de sus actividades (Sutherland y Cooper, 1990), por lo que es recomendable que estos profesionales se entrenen en técnicas no invasivas para el manejo del estrés.

Tres meses después, dentro de la misma investigación, se realizó otro estudio con un grupo de adolescentes de ambos sexos, diagnosticados con EPT alto, moderado y bajo, que incluyó las mediciones de IgAs en tres diferentes visitas con cinco etapas de registro: línea base (octubre de 1998), inmediatamente antes, durante y después de la

aplicación de un taller para el control del estrés (diciembre de 1998), y seguimiento (marzo de 1999) (Domínguez, Hernández y Cortés, 1998b). El análisis estadístico general mostró que, antes del taller, los promedios en niveles de IgAs para los dos grupos y sus respectivos subgrupos estaban por debajo de los normales (octubre de 1998) y que en la segunda visita (diciembre de 1998), así como en la tercera (marzo de 1999), se incrementaron significativamente según un análisis de varianza simple, tendiendo a los niveles de norma (véase gráfica 3).

Discusión y conclusiones

El uso de procedimientos no invasivos de evaluación psicofisiológica, como los estudios psiconeuroendocrinológicos e inmunológicos (en específico los correlatos de inmunoglobulina A en saliva), constituyen una herramienta confiable para identificar y evaluar a las víctimas de desastres con EPT, de tal manera que resulte pertinente la terapia postraumática, estableciendo un perfil de dicha respuesta inmunológica que complementa los criterios índice sobre el avance en la recuperación del afectado, por lo que es importante promocionar las técnicas de autorregulación (por ejemplo, la relajación) que promueven la liberación de endorfinas cerebrales y linfocíticas, encefalinas adrenales e inmunoglobulinas (Ig), principalmente de tipo A (IgA), que son las encargadas de inhibir la producción de cortisol y la formación de prostaglandinas implicadas en los procesos de inmunosupresión, algésicos e inflamatorios causantes de muchas patologías; asimismo, los procesos de escritura autorreflexiva (James Pennebaker, 1995, en Estados Unidos y Benjamín Domínguez en México, 1996-1997) han confirmado que las personas que hablan o escriben acerca de sus experiencias traumáticas fortalecen su sistema inmunológico; en cambio, en las que inhiben sus emociones ("las guardan") su salud se ve mermada (Domínguez, 1998a).

Por último, Wallack y Winkleby (1987) afirman que uno de los puntos estratégicos más importantes, que se debe de tomar en cuenta dentro de los programas de salud para la atención primaria de las poblaciones, es la

prevención de la enfermedad, identificando a las personas en riesgo de sufrir problemas particulares (zonas de peligro por desastres naturales) y proveyéndolas de servicios específicos de medicina conductual, por ejemplo, las terapias para la reducción del estrés, principalmente no invasivas (psicología de la salud). Asimismo, se pretende evaluar las posibles respuestas conductuales ante determinado fenómeno (tabaquismo, alcoholismo, drogadicción, prostitución, delincuencia, etc.), a fin de capacitar a la comunidad en la autoorganización para afrontarlas en forma

óptima, ya sea de manera preventiva o correctiva (Sutherland y Cooper, 1990). Así, el interés generado entre la comunidad científica respecto a la práctica de dichos procedimientos destaca por el hecho de asistirse de la nueva tecnología electrónica computacional de registro fisiológico en línea y tiempo real; del mismo modo, el análisis de las inmunoglobulinas y de otras sustancias en saliva constituye un método no invasivo reciente, clínicamente importante, que ha venido a ser una alternativa a los tradicionales análisis de plasma. 🌐

Referencias

- Ader, R., y N. Cohen. "Behavioral Conditioned Immunosuppression", *Psychosomatic Medicine*, 1975, 37, pp. 333-340.
- Ader, R. *Psychoneuroimmunology*, Nueva York, 1981, Academic Press.
- APA. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Fourth edit., Washington, D.C., 1994, American Psychiatric Association.
- Brannon, L., y J. Feist. *Health Psychology. An Introduction to Behavior and Health*, California, 1994, Wardsworth Publishing, 544 p.
- Domínguez, T.B.; R.R. Márquez; B.M. Meza, y S.L. Pérez R. "Correlatos psicofisiológicos en los estados de distrés-relajación", en *La psicología aplicada en México*, Reynaud y Sánchez Sosa (comps.), México, 1995, Facultad de Psicología, UNAM, pp. 134-143.
- Domínguez, T.B.; G. Martínez; C. Hernández; G. Esqueda; Y. Olvera; M. Lizano; M.A. Flores; A.L. Morales, y L. Tam. "Medición del dolor y el estrés en niños", *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXIV, núm. 142, México, 1998a, pp. 36-43.
- Domínguez, T.B.; T.C. Hernández, y D. Cortés. *Manual para la evaluación y el manejo del estrés para adolescentes (12 a 18 años)*, México, 1998b, Facultad de Psicología, UNAM, Proyecto Conacyt, Impacto humano del fenómeno de El Niño.
- Lerner, M.R. *On the Nature of Human Plasticity*, USA, 1984, Cambridge University Press, pp. 62-70.
- Márquez, R.R. Inmunoglobulina A salival (IgAs) en adolescentes con estrés postraumático (EPT) víctimas o testigos del huracán Paulina, tesis de maestría (en proceso de revisión), Facultad de Psicología, UNAM.
- Pennebaker, J.W.; J.K. Kiecolt-Glaser, y R. Glaser. "Disclosure of Traumas and Immune Function: Health Implications for Psychotherapy", *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56, 1988, pp. 239-245.
- Putnam, F.W. "Traumatic Stress and Pathological Dissociation", *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1995, 771, pp. 708-715.
- Stone, A.A.; J.M. Neale; D.S. Cox; A. Napoli; H. Valdimarsdottir, y E. Kennedy-Moore. "Daily Events are Associated with a Secretory Immune Response to an Oral Antigen in Men", *Health Psychology*, 13, 1994, pp. 440-446.
- Sutherland, V., y C.L. Cooper. *Understanding Stress*, Londres, 1990, Chapman and Hall, 301 p.
- Zeier, H.; P. Brauchli, P. & J.H. Joller. "Effects of Work Demands on Immunoglobulin A and Cortisol in Air Traffic Controllers", *Biological Psychology*, 42(3), 1996, pp. 413-423.



Renacimiento de la astronomía mexicana a partir de 1929

FRANCISCO ROMERO JIMÉNEZ

D

Antecedentes

El desarrollo de la astronomía en México es muy remoto, pues la practicaron los aztecas y los mayas, al crear, respectivamente, el calendario solar e inventar un sistema de numeración y el empleo del cero.¹

Con la conquista española terminó el ejercicio científico prehispánico y comenzó la destrucción de pirámides, códices y otros documentos de valor, pero, durante los siglos XVI, XVII y XVIII, los españoles trajeron a cambio el conocimiento escolástico y los textos aristotélicos, y aportaron conocimientos en zoología, matemática, física, química y astronomía. Entre los maestros podemos mencionar a los jesuitas, quienes en sus aulas enseñaban las teorías de Gassendi, Descartes y Newton, y a intelectuales como Sigüenza y Góngora, Gamboa, Guevara, Alzate, Bartolache, León y Gama, y Del Río, por sólo nombrar algunos.²

La astronomía se desarrolló notablemente, debido a la observación de cometas y eclipses, y los cálculos de Luis González Solano, Juan Antonio de Mendoza y González, Pedro de Alarcón, Antonio Villaseñor y Francisca Gonzaga Castillo: “nos revelan una comunidad de astrónomos, deseosa y capaz de realizar observaciones precisas con fines concretos. Entre todos ellos cobraron especial relevancia los astrónomos poblanos, agudos observadores y matemáticos precisos.”³

Sin embargo, fue hasta el siglo XIX cuando la Reforma surgida en el gobierno de Benito Juárez permitió la separación del clero y el Estado, confiscó los bienes de la Iglesia, y estableció la educación primaria gratuita y obligatoria; se impulsó la corriente positivista, creada por Augusto Comte y divulgada en nuestro país por Gabino Barreda, quien fundó la Escuela Nacional Preparatoria y junto con Justo Sierra y Ezequiel Chávez apoyó la educación nacional, imperando en ella las ideas científicas y de progreso social; se fundaron sociedades e institutos científicos, como la Sociedad Científica Humboldt y el Observatorio Astronómico de Chapultepec, que luego pasó a ser el Observatorio Nacional de Tacubaya. Por último, en 1874, se realizó el primer viaje internacional de científicos mexicanos, encabezados por el ingeniero Francisco Díaz Covarrubias.⁴

El renacer astronómico

En 1902, el físico y matemático Luis G. León fundó la Sociedad Astronómica de México, con la finalidad de compartir las observaciones y los trabajos de los astrónomos; sin embargo, a partir de 1910, la vida cultural del país sufrió un estancamiento, debido al movimiento revolucionario, y: “Las pocas instituciones científicas que había en México detuvieron su trabajo, pues no era posible obtener ni lo más indispensable para continuar las investigaciones”,⁵ con la excepción del Observatorio Astronómico Nacional, que no tuvo interrupción alguna. En efecto, el periodo de 1910 a 1920 estuvo ocupado por la Revolución Mexicana y fue hasta 1929 cuando surgió la investigación científica como ac-

tividad institucional, al incorporarse a la Universidad Nacional Autónoma de México el Observatorio Astronómico Nacional, el Instituto Geológico Nacional y la Dirección de Estudios Biológicos. Entre 1915 y 1946, el director del Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya fue el doctor Joaquín Gallo Monterrubio (1882-1965), quien luchó por la divulgación y el desarrollo de la astronomía moderna en nuestro país, y participó en varias expediciones para la observación de eclipses y cometas, entre las cuales destacaron las organizadas para estudiar el eclipse de sol de 1923, que atravesó desde Baja California hasta Quintana Roo, el de 1940 y el ocurrido en Perú en 1944. También, el doctor Gallo Monterrubio asistió al congreso de la Sociedad Astronómica Norteamericana, celebrado en los Estados Unidos en 1918, y al de la Unión Astronómica Internacional realizado en Europa en 1922. Se retiró de la docencia y la investigación en el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya en 1946, y junto con Agustín Anfossi publicó su *Curso de cosmografía*, declarado texto oficial en la Escuela Nacional Preparatoria en 1949; diez años después celebró la fundación del planetario construido por la Sociedad Astronómica de México, que le rindió homenaje en 1962, por su dedicación y por la divulgación de la astronomía, y falleció el 19 de octubre de 1965.⁶

Otro personaje que contribuyó al desarrollo de la astronomía moderna en nuestro país fue Luis Enrique Erro (1897-1955), quien estudió las carreras de ingeniería civil, leyes y letras; sin embargo, su vocación temprana fue de revolucionario, pues combatió en la rebelión delahuertista (1923), luego, de 1935 a 1955, fue asesor de Lázaro Cárdenas, quien lo recompensó por haber participado en las causas más nobles de la Revolución y le preguntó qué quería para sí mismo. Erro contestó que deseaba un Observatorio, pero Cárdenas sabía que eso era imposible, porque no existía la técnica ni la experiencia para construirlo; entonces, Erro se las ingenió, mencionándole que tenía contactos en el Observatorio de Harvard, y así se inició la creación del Observatorio de Tonantzintla, fundado en Puebla en 1941, con el apoyo del propio Lázaro Cárdenas y de Manuel Ávila Camacho, y dirigido por

Erro hasta 1950. Este astrónomo mexicano también editó el libro *Axioma, pensamiento matemático contemporáneo* (1944), la revista *The Astronomical Journal* (1947), y la novela *Los pies descalzos* (1950). Falleció el 18 de enero de 1955.⁷

Su amigo y colaborador, Guillermo Haro Barraza (1913-1988), fue su ayudante de confianza. Haro estudió filosofía y letras en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y después trabajó como reportero en el periódico *Excelsior*, para el que entrevistó a Luis Enrique Erro, lo cual fue extraordinario para Haro, porque después consiguió una beca para estudiar en el Harvard College Observatory, donde se inició en la observación astronómica. A su regreso al país, Haro se “ocupó de que los jóvenes y prometedores astrónomos mexicanos fuesen a las mejores universidades extranjeras a obtener su doctorado. Y fue él quien dirigió la búsqueda del sitio para el nuevo Observatorio Astronómico Nacional, que finalmente quedó instalado en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California Norte.”⁸ Además, entre 1950 y 1968 fue director del Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla; descubrió las estrellas ráfagas, el cometa Haro-Chavira y las novas galácticas (estrellas nuevas); recibió el premio Mihail Lomonosov de la Academia de Ciencias de la ahora ex URSS y fundó el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica en 1972.

Sin duda, el periodo de 1929 fue enriquecedor para la astronomía mexicana. Mencionamos ese año, porque fue cuando se institucionalizó la investigación científica y el Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya se incorporó a la UNAM, y durante dicho periodo, los astrónomos sobresalientes fueron Joaquín Gallo Monterrubio, Luis Enrique Erro y Guillermo Haro Barraza, quienes cimentaron e impulsaron el desarrollo de la astronomía mexicana moderna. Gallo divulgó esta disciplina y dirigió con acierto el Observatorio Astronómico Nacional; por su parte, Erro propuso la construcción del Observatorio de Tonantzintla y luchó hasta lograrlo, e impulsó la preparación de los futuros astrónomos mexicanos, y Haro no sólo descubrió nuevos astros, sino que también se ocupó de la fundación del Instituto Nacional de Astrofísica,

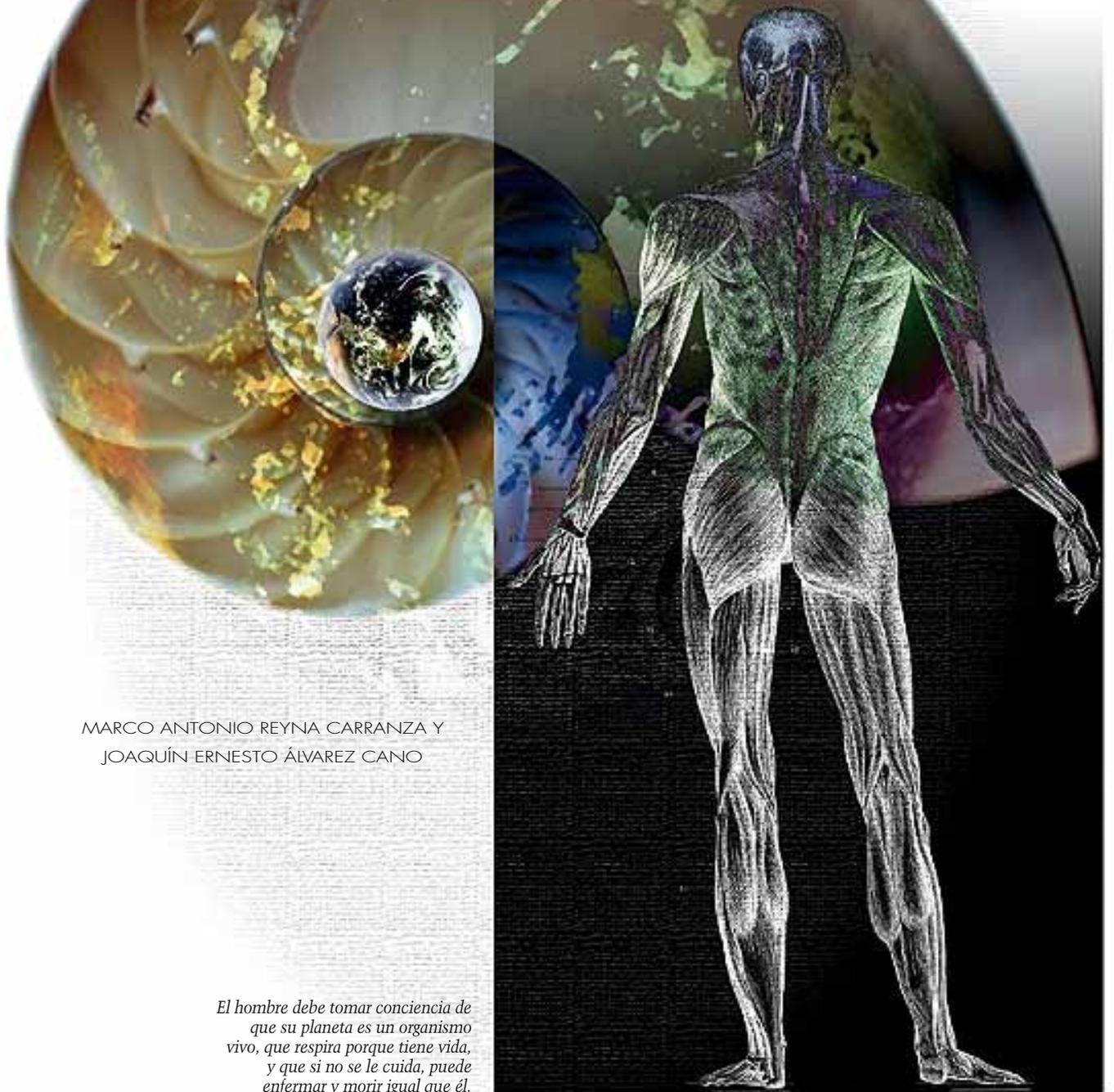


Óptica y Electrónica, y consiguió los fondos monetarios necesarios para crear proyectos astronómicos y construir el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Por todo lo expuesto podemos concluir que la astronomía mexicana moderna es el resultado de las aportaciones de estos notables científicos; sin embargo, falta mucho por hacer en el campo astronómico y en otras disciplinas científicas. 🌟

Referencias

- 1 Trabulse, Elías, “La aportación de América Latina a la ciencia”, *Plural*, núm. 200, México, 1988, p. 20.
- 2 Fortes, Jacqueline, y Larissa Lomnitz. *La formación del científico en México*, México, 1991, Siglo XXI Editores, p.19.
- 3 Trabulse, Elías. “La ciencia y la técnica en el México colonial”, *Ciencia*, vol. 33, México, 1982, p. 134.
- 4 Corral Moreno, Marco Arturo. *Odisea 1874 o el primer viaje internacional de científicos mexicanos*, México, 1986, SEP, FCE, Conacyt, col. La ciencia desde México, núm. 15, p. 81.
- 5 Corral Moreno, Marco Arturo (comp.). *Historia de la astronomía en México*, México, 1986, SEP, FCE, Conacyt, col. La ciencia desde México, núm. 4, p. 194.
- 6 _____ . *Ibidem*, pp. 199, 203, 204 y 205.
- 7 *Enciclopedia de México*, 1993, t. V, p. 2500.
- 8 Corral Moreno, Marco Arturo. (comp.). *Op. cit.*, pp. 212 y 213.

El último suspiro de vida

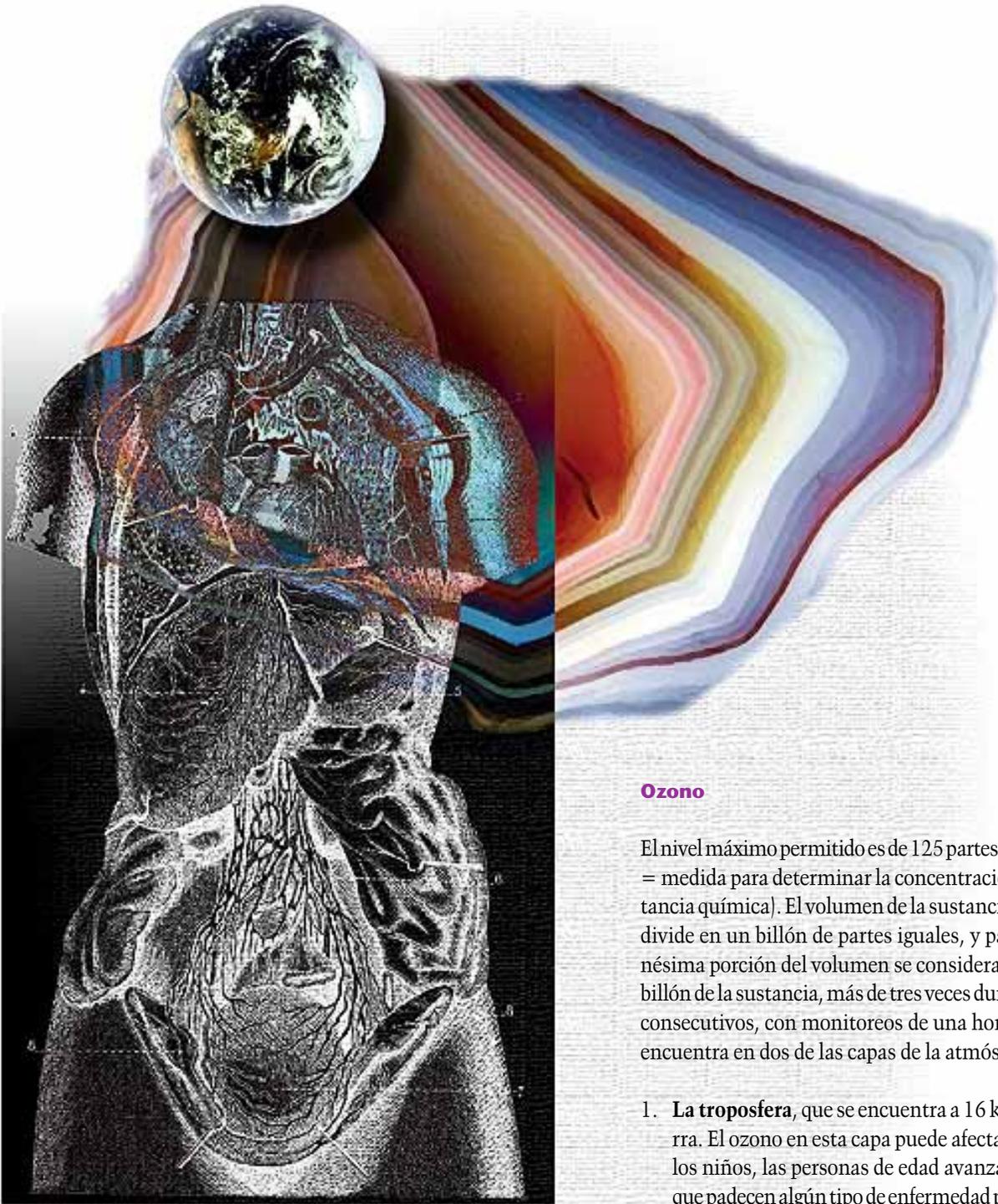


MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA Y
JOAQUÍN ERNESTO ÁLVAREZ CANO

El hombre debe tomar conciencia de que su planeta es un organismo vivo, que respira porque tiene vida, y que si no se le cuida, puede enfermar y morir igual que él.

U

na persona puede permanecer sin alimentarse ni beber agua durante varios días sin llegar a morir; sin embargo, dejar de respirar durante algunos minutos bastaría para que eso ocurriese; esta simple aseveración viene a demostrar lo importante que es el aire para la supervivencia de nuestra especie. La contaminación del aire se ha acelerado en los últimos años, y sus efectos en la salud ya empiezan a manifestarse de manera alarmante, pues respirar la atmósfera degradada produce en el organismo serios problemas de salud, principalmente de tipo respiratorio. Así, cuando cierta cantidad de partículas de materia y gases tóxicos queda suspendida en el aire se dice que hay contaminación, y la mortalidad debida a enfermedades respiratorias en poblaciones expuestas a ellas va en aumento. Existen suficientes documentos en los que se registran varios casos de muerte, en ciudades donde la polución rebasa los niveles aceptados para la calidad del aire,^{1,2,3,4} por eso, algunos países han establecido estándares para controlarla, y en los Estados Unidos, por ejemplo, el organismo que se encarga de establecer dichos estándares es la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), que básicamente ha determinado normas para los seis tipos de contaminantes ambientales siguientes:



La atmósfera degradada produce serios problemas de salud, en especial en el sistema respiratorio.

Ozono

El nivel máximo permitido es de 125 partes por billón (ppb = medida para determinar la concentración de una sustancia química). El volumen de la sustancia estudiada se divide en un billón de partes iguales, y para cada billonésima porción del volumen se considera una parte por billón de la sustancia, más de tres veces durante tres años consecutivos, con monitoreos de una hora. El ozono se encuentra en dos de las capas de la atmósfera:

1. **La troposfera**, que se encuentra a 16 km sobre la tierra. El ozono en esta capa puede afectar a los atletas, los niños, las personas de edad avanzada y todas las que padecen algún tipo de enfermedad pulmonar. Esta clase de ozono se produce por la quema de algunos combustibles de origen fósil y no se emite de manera directa al aire, sino que se forma a partir de la combinación de otras sustancias, en especial óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, cuando los activa la luz del sol. Sus efectos sobre las personas son principalmente comezón, ardor ocular y lagrimeo, pero además se presenta mayor susceptibilidad a las gripes y neumonías, y también se pueden destruir las plantas.
2. **La estratósfera**, que se encuentra muy distante de la

superficie terrestre, a unos 48.282 km de distancia. El ozono presente en esta capa está demasiado alejado como para afectar nuestra salud y de hecho, sus altos niveles nos benefician, porque evitan el paso de los rayos ultravioleta, responsables de provocar el cáncer de la piel. El ozono en esta capa suele crearse y destruirse constantemente de forma natural; sin embargo, los químicos usados para producir algunos plásticos y algunos fluidos de los aparatos de aire acondicionado la están destruyendo.

Monóxido de carbono

El nivel máximo permitido es de 35.5 partes por millón (ppm = medida para determinar la concentración de una sustancia química). El volumen de la sustancia estudiada se divide en un millón de partes iguales, y cada milonésima porción se considera una parte por millón de la misma, más de una vez durante un año calendarizado, con monitoreos de una hora. Este gas es inodoro e incoloro, y se libera a la atmósfera cuando se queman combustibles de origen fósil, tales como madera, gasolina, y carbón, entre otros. Los vehículos de transporte aportan las dos terceras partes del monóxido de carbono que se encuentra en el aire de las grandes ciudades y su peligrosidad estriba en la gran afinidad que tiene con la sangre, porque disminuye la cantidad de oxígeno que capta la hemoglobina a través de los pulmones, merma los reflejos, aturde, provoca sueño y si se respiran cantidades muy grandes de este gas se puede caer en la inconsciencia hasta morir.

Dióxido de sulfuro

(El nivel máximo permitido es 550 ppb más de una vez por año calendarizado, con monitoreos de tres horas). Cuando los combustibles se queman se libera sulfuro, y la mayor parte de los dióxidos de sulfuro la emiten las plantas de energía eléctrica que operan con combustibles fósiles, como carbón y petróleo. Este contaminante también lo producen las refinerías de petróleo, fundidoras, y fábricas de acero, además de los volcanes, una fuente na-

tural de dióxido de sulfuro, que puede causar disminución de la luz de las vías respiratorias profundas. La gente con problemas de tos, resfriado o enfermedades pulmonares suelen presentar complicaciones, especialmente los niños y los ancianos.

Óxidos de nitrógeno

(El nivel máximo permitido es de 54 ppb en monitoreos anuales). Estos gases los producen vehículos de transporte al quemar los combustibles fósiles, las plantas de energía eléctrica y algunas fábricas, y contribuyen a que la altitud de la capa de ozono disminuya. Una fuente natural de los óxidos de nitrógeno son los incendios forestales.

Partículas de materia respirable menores a 10 micras (PM10).¹

(El promedio trianual de cada monitor dentro de un área no debe rebasar las 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con monitoreos de 24 horas). Existen distintos tipos de partículas de materia, suspendidas en el aire, y algunas de ellas se presentan de forma natural, como el polen y las esporas que se desprenden de las plantas, la arena, y pequeños trozos de roca, tierra volcánica y tizne de los incendios forestales. Otras partículas las produce el hombre, por ejemplo, el tizne de las chimeneas y el polvo que levantan los vehículos al circular por calles sin pavimento. Las partículas menores a 10 micras se respiran y se quedan atrapadas dentro de los pulmones, por lo que producen enfermedades graves como alergias que pueden derivar en asma. Las partículas mayores a 10 micras no pueden entrar a los pulmones, pero generan problemas oculares, nasales y faríngeos, entre otros.

En la mayoría de las grandes ciudades con índices de contaminación que rebasan los estándares permitidos son claros los efectos negativos sobre la salud de sus habitantes, tal es el caso de la ciudad de México, por mencionar sólo una de ellas.

En el valle de Mexicali la situación empieza a considerarse grave, dada la cantidad cada vez mayor de pacientes que acuden a las unidades de salud, públicas y priva-

das, demandando servicios para tratarse padecimientos de tipo respiratorio, alérgico, o ambos. La información disponible del Sector Salud de Mexicali demuestra claramente, de 1995 a 1997, un aumento en el número de casos (de 163 426 a 185 408) de infecciones respiratorias agudas (IRA's), y en 1998, la disminución de los mismos a 115 435, siendo aún esta última información preliminar.⁵ Respecto al asma, las cifras mantienen un comportamiento similar y van desde 385 casos notificados en 1995 hasta 4 825 en 1997, en tanto que para 1998 fueron 4 090 casos, debido al incremento de la contaminación del aire, atribuible a que se han rebasado los límites máximos permitidos de algunas sustancias nocivas, el PM10 principalmente.⁶

El Área del Medio Ambiente del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en colaboración con el Instituto de Servicios de Salud Pública del estado (ISeSalud) y por intermedio de la Jurisdicción Sanitaria de Mexicali, están generando una base clínica de datos para determinar la cantidad de pacientes que sufren de IRA's. Hasta el momento se han analizado 500 pacientes de cinco centros de salud, y se ha encontrado que de todos los casos con asma bronquial, un 90% inició su padecimiento con trastornos de tipo respiratorio y alérgico.

Un estudio ambiental sobre la zona del Valle Imperial (USA)/Valle de Mexicali (México) llevado a cabo en 1997 por la EPA, Región IX, en colaboración con la Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Sedesol), demuestra excesos en los estándares de la calidad del aire.⁶ El objetivo principal del estudio fue determinar las causas de dichos excesos sobre la franja fronteriza de ambos valles, analizando cómo contribuye el transporte público y privado en la contaminación del aire, y en él se monitoreó sólo la cantidad de partículas con valor de PM10. Si las alergias respiratorias causadas por el PM10 no se atienden clínicamente, éstas pueden derivar en asma, una enfermedad pulmonar crónica muy peligrosa e incurable hasta el momento.

El monitoreo del PM10 se realizó tanto en el Valle de Mexicali como en el Valle Imperial durante las estacio-

nes de verano, otoño, e invierno, y se muestrearon las emisiones de polvo, gases de motor de vehículo, residuos vegetales, humo producido por las taquerías de carne asada y las fábricas. Los resultados de este único estudio mostraron que el National Ambient Air Quality Standard (NAAQS = 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se excedía tres veces en el Valle Imperial y 23 veces en el de Mexicali. El contaminante más importante fue el material geológico (polvo y polen), con un 45% del total de las partículas; el segundo en importancia lo constituyeron las emisiones por combustión, con 25 a 30% del total, y el 10% restante se atribuyó a otras partículas, como sulfatos secundarios.

El exceso del PM10 en el Valle de Mexicali se atribuye, por una parte, al incremento de las emisiones de contaminantes que arrojan las innumerables industrias establecidas en la ciudad y los vehículos, generadas por la falta de regulación al verificar la calidad de las emanaciones de dichos vehículos, las polvaredas que levanta el número cada vez mayor de colonias populares, carentes del servicio de pavimentación, y las tolvaneras procedentes de las parcelas agrícolas de los dos valles fronterizos. Por otro lado, factor muy importante es la contaminación concentrada en zonas de la ciudad a ambos lados de la frontera y en horarios específicos, debido a los gases emitidos por los vehículos automotores en espera de cruzar de un país al otro. Otro factor no menos importante son los pesticidas que los agricultores arrojan en las parcelas de las zonas agrícolas. Aún no se conoce con exactitud el grado de contaminación que existe en la ciudad y la medida con la que cada una de las fuentes contribuye, y también se desconoce la relación que los contaminantes pudieran tener con las infecciones respiratorias agudas y los procesos alérgicos que se han venido generando e incrementando en la población y que podrían llegar a la categoría de epidemias.

Respecto a este punto, en el Área del Medio Ambiente del Instituto de Ingeniería de la UABC y el ISeSalud se está llevando a cabo un proyecto para determinar la correlación que pudiera tener el PM10 con los casos de infecciones respiratorias agudas y alergias en la población. Se pretende identificar las estaciones del año con mayor

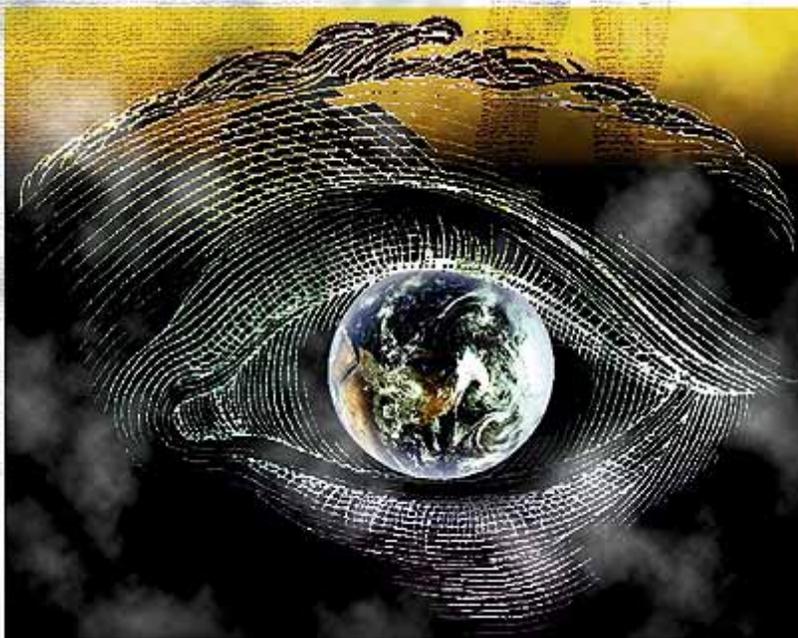
índice de contaminación y correlacionarlas con los sectores de la población más vulnerables a las enfermedades respiratorias y alérgicas agudas que evolucionan hacia el asma.

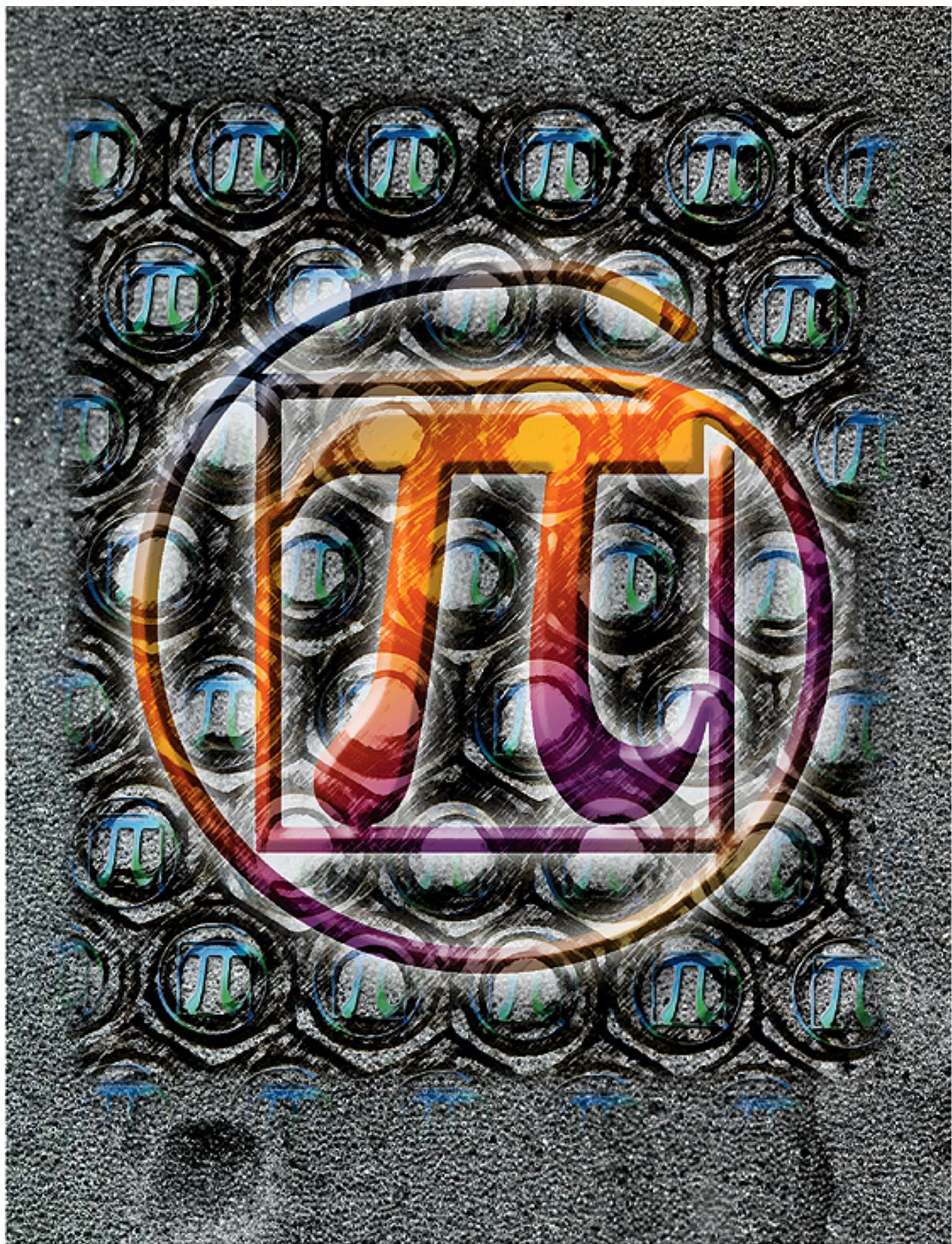
Quizá la medida más efectiva que se pueda tomar para prevenir la contaminación ambiental, no sólo de nuestras ciudades sino de todo el planeta, sea proporcionar a los ciudadanos una educación ecológica, en la que se forme y se genere la cultura de protección y respeto al me-

dio ambiental. Poco se puede hacer ya en las presentes generaciones de padres y abuelos; sin embargo, mucho se podrá lograr en las futuras, empezando con las de nuestros hijos. Lo cierto es que si no alcanzamos a tomar conciencia de que nuestro planeta es un organismo vivo, que al igual que nosotros requiere de salud para generar vida, entonces lo estamos condenando y nos estamos dirigiendo a una inevitable extinción. 🌍

Referencias

- 1 Dockery, D.W.; C. A. Pope, X. Xu; J. D. Spengler, J. H. Ware; M.E. Fay; B. G. Ferris, and F. E. Speizer. "An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities", *New England Journal of Medicine*, 1993.
- 2 Dockery, D.W.; J. Schwartz, and J. D. Spengler. "Air Pollution and Daily Mortality: Associations with Particulates and Acid Aerosols", *Environmental Research*, 1992.
- 3 Pope, C. A.; J. Schwartz, and D. Dockery. "Daily Mortality and PM-10 Pollution in Utah Valley", *Archives of Environmental Health*, 1992.
- 4 Schenker, M.B.; E.B. Gold; R.L. Lopez, and J.J. Beaumont. "Asthma Mortality in California, 1960-1989", *American Review of Respiratory Diseases*, 1993.
- 5 Informe Semanal de Casos Nuevos de Enfermedades, *ISESalud*, 1998.
- 6 Chow, J.C.; J.G. Watson, and B. Bates. "Imperial Valley / Mexicali Cross Border PM₁₀ Transport Study", *Final Report, DRI Document No. 8623.2F, Desert Research Institute and U.S. Environmental Protection Agency, Region IX*, 1997.





Convertibilidad del círculo en cuadrilátero

CONRADO RUIZ HERNÁNDEZ

La cuadratura del círculo es un problema clásico al que, por lo menos de modo eventual, todo el que se interesa en el conocimiento matemático dedica aunque sea de manera lúdica, tiempo y trabajo para su análisis. Este problema lo planteó –por supuesto sin resolverlo– el célebre geómetra Hipócrates de Quíos, contemporáneo de Sócrates y homónimo de otro filósofo griego que fue precursor de la ciencia médica. El tema surge por la pretensión de encontrar determinada área de un cuadrado, que sea exactamente homologable con un área circular.¹ El cociente obtenido por la división del perímetro o circunferencia entre el diámetro, que conocemos como π , produce en forma aritmética un incómodo valor fraccional (3.141592..., más otros varios miles de cifras decimales, y por convención se redondea a diezmilésimas).² Esto da lugar a que la superficie del círculo difícilmente pueda corresponder con toda exactitud a la de un cuadrado. Lindemann, en 1882, lo definió como un problema trascendente, es decir, que de manera instrumental es irresoluble.³

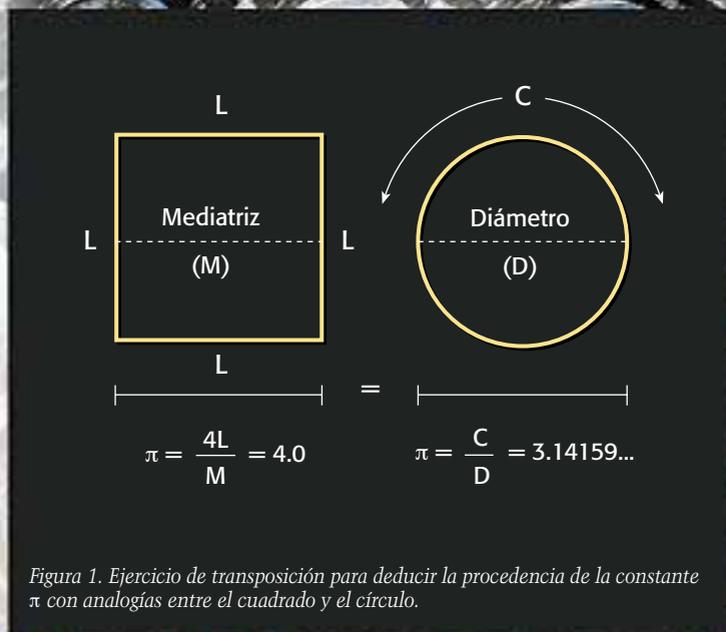


Figura 1. Ejercicio de transposición para deducir la procedencia de la constante π con analogías entre el cuadrado y el círculo.

π en el cuadrado

En una exploración realizada con estudiantes próximos a concluir la secundaria y la preparatoria, al inquirirles sobre la procedencia de la constante π , encontramos que más del 90 % –en ambos niveles educativos– desconocía la operación o maniobra que se realiza para obtenerla, aunque la gran mayoría de los examinados por lo menos recordaba el valor numérico de esta constante y eran capaces de utilizarla en cálculos prácticos. Al parecer π se convertía en un número mágico o “revelado”, lo cual resulta del todo inconveniente si se busca el aprendizaje reflexivo de las matemáticas.⁴ Se ensayó un ejercicio de inducción entre los alumnos que desconocían la procedencia de π , utilizando de manera análoga la relación entre una recta paralela a la base de un cuadrado, que dividiera este cuerpo geométrico en dos partes iguales (mediatriz), con el perímetro (longitud total de los cuatro lados). Esta π para el cuadrado es igual a cuatro. En la figura 1 se describe dicho ejercicio y su transposición, para comprender de manera deductiva la procedencia de π en el círculo.

Aproximación romboidal

Una vez que se ayudó a que los alumnos de uno de los grupos aclararan sus dudas respecto a π , cierto alumno sagaz manifestó su inquietud, hasta cierto punto previsible, acerca de si realmente podría construirse un cuadrado semejante con el área de un círculo. Su argumentación partía de que, mediante el ejercicio ensayado, se encontró que ambos cuerpos geométricos poseían su respectiva constante π : 3.1416 en el círculo (perímetro/diámetro), y 4.0 en el cuadrado (perímetro/mediatriz). La diferencia entre estas dos π explica en gran medida la imposibilidad de encontrarle cuadratura al círculo. Este mismo alumno, de tercero de secundaria, hizo el comentario de que había leído que la búsqueda para solucionar dicho problema era cosa de lunáticos, y aunque crítico, el comentario era bien intencionado y atrevido. Otros escolares, junto con su maestro –de un

grupo notoriamente participativo—, comenzaron a debatir sobre el tema, y hubo propuestas que iban desde “horumar” la superficie del círculo para hacerla cuadrada (estrategia ya intentada sin éxito por muchos matemáticos); mutilar el cuadrado para hacer caber el área del círculo en un rectángulo de menor altura (lo que matemáticamente si es posible, aunque esto le hace perder su propiedad de tener cuatro lados de igual tamaño), o aceptar que su convertibilidad con el cuadrado era imposible o por lo menos “no exactamente cuadrada”. Esto último abrió una pista interesante. ¿Por qué no aceptar una cuadratura alternativa?

Tras varios miles de años de búsqueda de la cuadratura perfecta, tal vez su solución se encontraba en la cuadratura imperfecta, pero conviene precisar que el área circular debería ocupar íntegramente la de un cuadrilátero de lados iguales que no fuera rígidamente cuadrado. Para su comprobación se inscribió un círculo dentro de un cuadrado, en donde el diámetro tenía la misma longitud de la base de este último (véase fig. 2). El déficit de área del círculo respecto a la del cuadrado dentro del que se encontraba inscrito podía disminuirse haciendo una derivación cuadrado-rombo.⁵ De este modo, un área circular determinada puede ser absolutamente igual a la de un rombo cuya mediatriz—trazada en forma paralela a la base—posea la misma longitud que el diámetro del círculo. Cabe mencionar que el rombo es un cuadrilátero con todos sus lados iguales (inclinados dos y paralelos por pares) pero de altura menor que el cuadrado.⁶

¿Acaso quedó resuelto el problema?

Si bien, el modelo aplicado como una demostración escolar, funcionó de manera apropiada y en cierto modo espectacular, la resolución cabal del problema de la cuadratura del círculo conlleva, en primer lugar, complicaciones filosóficas y, en segundo, limitaciones metrológicas. El hecho de que ciertos matemáticos influyentes declararan irresoluble este problema (en sentido riguroso y con sobrada razón) hace que quien se interese todavía por resolverlo deba confrontar críticas de índole

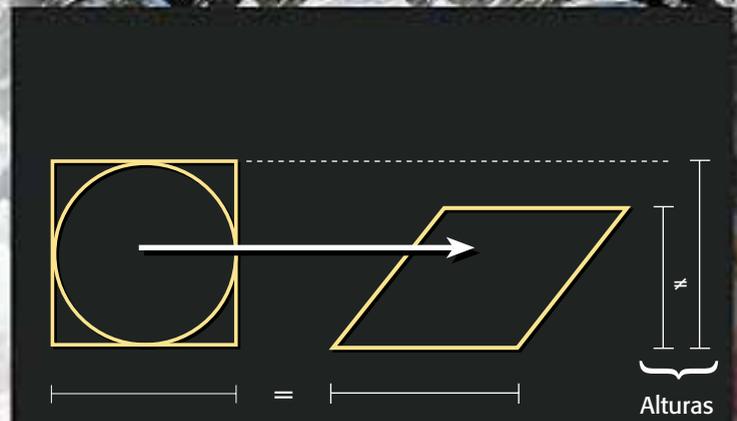
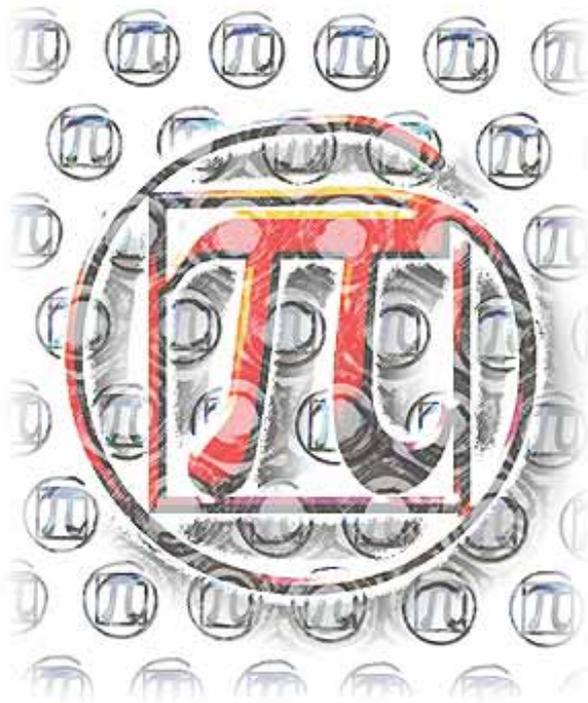


Figura 2. El área circular ($3,1416 \times \text{radio}^2$) inscrita en el cuadrado es igual a la del rombo de la derecha (base \times altura). El diámetro y los lados de los dos cuadriláteros poseen la misma longitud.



dogmática y doctrinaria. A pesar de ello, existe una agrupación internacional, compuesta tanto por matemáticos profesionales como por aficionados, quienes se han dedicado a buscar con regla y compás cuadraturas circulares (*circle-squares*).⁷ Cabe aclarar que el contenido de este artículo no posee relación alguna con dicho colegio invisible.

Ante los alumnos interesados y entusiastas no cabía la posibilidad de eludir el reto, y así se decidió, por ser lo más conveniente pedagógicamente,⁸ demostrarles que en el abordaje científico de todo problema es necesario buscar el mejor modo para solucionarlo,⁹ aunque esto en un principio sea imperfecto. Los alumnos participantes se mostraron satisfechos con la demostración e incluso con la opinión favorable del profesor de matemáticas, quien tuvo la gentileza de integrarse con el grupo y apoyar nuestra intervención. En la literatura no se encontró referencia alguna sobre esta solución *sui generis*, que se ensayó para tratar de encontrar la salida razonable a un problema tan controversial. En términos metrológicos, las dimensiones longitudinales que se utilizaron son instrumentalmente medibles, pero históricamente, la imposibilidad de llevar a cabo la medición infinitesimal exacta de los lados (en particular para la transmutación círculo-cuadrado) es uno de los obstáculos limitativos más importantes. Para el caso del rombo, con área idéntica a la de un círculo, utilizar una π convencional, redondeada con valor de 3.1416, permite la medición exacta de todos los

parámetros involucrados (diámetro, lados, altura, etcétera).

Prototipo dimensional exacto

La existencia real de estos dos cuerpos geométricos, con superficies idénticas, exige la evidencia de que puedan ser construidos materialmente, pues no basta con establecer un cálculo teórico y, asimismo, resulta en extremo ventajoso encontrar relaciones geométricas que produzcan resultados completos. Por lo pronto, se mencionan las magnitudes aritméticas siguientes, que hacen posible la igualdad de las dos áreas con valores enteros, lo que sin duda también se puede lograr con submúltiplos de los mismos que no generen fracciones decimales: en el círculo (con diámetro = 10 000) y en el rombo (con base = 10 000; altura = 7 854). La construcción de ambos cuerpos geométricos puede resolverse de manera macrométrica o micrométrica, y la unidad de medida macrométrica más apropiada es el milímetro, en tanto que para la opción micrométrica es la micra. En el primer caso, el prototipo exacto de ambas figuras cabría en un marco aproximado de 30 metros cuadrados (lo que resulta impráctico y engorroso), y en el segundo, todo cabría en tres centímetros cuadrados (área que todavía puede reducirse con la utilización de submúltiplos). Dado que la micrografía computarizada ofrece las mayores ventajas tecnológicas, sobre todo en mediciones muy precisas, se trabaja actualmente en la confección de los dos prototipos (un círculo y un rombo con áreas exactamente iguales), mediante esta última vía. Se cuenta con evidencia suficiente para aseverar que, de existir la cuadratura del círculo (en una acepción en cierto modo flexible), ésta muy probablemente será romboidal.

Cálculo de probabilidades

Se realizó el análisis probabilístico de tres opciones de “cuasi-cuadratura” del círculo (cuadrado, rectángulo y rombo), considerando la factibilidad real de una medición exacta (con las especificaciones descri-

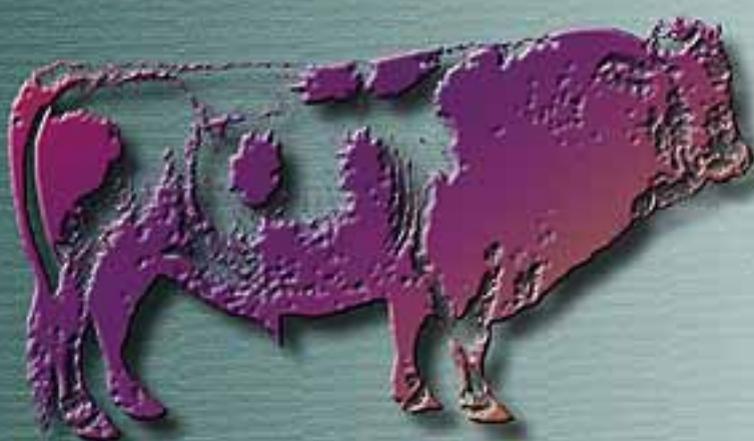
tas para los prototipos) de cada uno de los lados de los cuadriláteros señalados. La probabilidad se estimó, con el criterio de todo o nada, basándose en las comprobaciones siguientes: primero, que la longitud resultante del cálculo sea finita y, segundo, que la misma pueda ser medida con toda exactitud de manera instrumental. Para el cuadrado y el rectángulo se consideran los cuatro lados (probabilidad de 1/4 para cada uno); en el rombo se toma en cuenta, adicionalmente, la altura, por lo que serán cinco los segmentos medibles, designando una probabilidad de 1/5 para cada uno. La suma de esta probabilidad para cada uno de los tres casos es (teniendo como certidumbre máxima 100%): el cuadrado (0.0%), el rectángulo (50.0%) y el rombo (80.0%). En este último caso, la incertidumbre que se estima para la altura, también considerada así para los segmentos laterales del rectángulo, se debe al redondeo que se realizó con π (que objetivamente posee una fracción decimal incommensurable), lo que lleva a reconocer una variación de millonésimas respecto al valor calculado: altura del rombo o del rectángulo = área circular/base de cualesquiera de estos cuadriláteros. Recuérdese que la base, tanto del rombo como del rectángulo, posee la misma longitud que el diámetro del círculo con cuya área se homologan. Esta ponderación al determinar la altura no cambia la conclusión probabilística, ya que a pesar de esta pequeñísima variación inevitable, los cuatro lados del rombo siguen siendo susceptibles de medirse en forma exacta. La gran desventaja del cuadrado sobre los otros dos cuadriláteros se explica porque la raíz cuadrada de la superficie del círculo da como resultado una longitud –propia de cada uno de los lados de este cuadrado hipotético– que contiene una fracción con un sinnúmero de decimales (propiamente un número irracional), mismo que por su indefinición es imposible medirlo con exactitud. Conforme al método descrito, el cálculo de probabilidades determina para el rombo la calificación de certidumbre más elevada (80%), pero la incertidumbre (20%) proviene totalmente de las características irracionales de la constante π , circunstancia que acompañará a cualquier versión de un rombo que pueda contener con gran aproximación un área circular. 

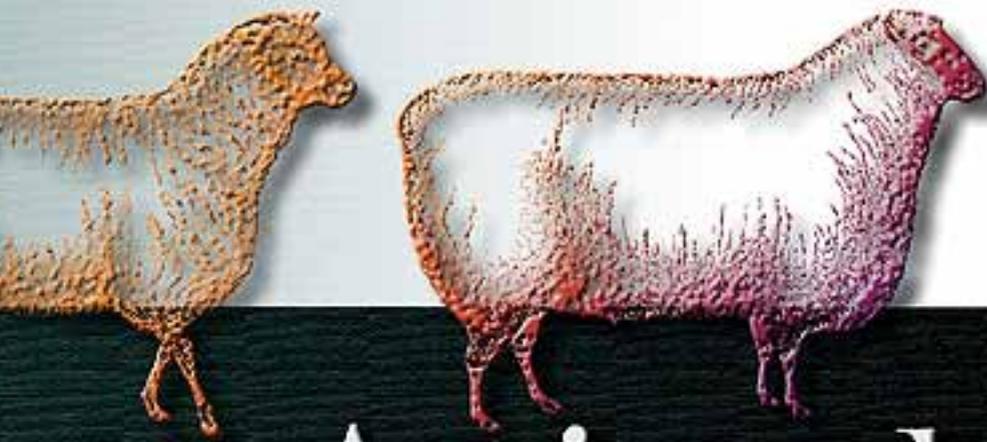
Agradecimiento

Este artículo contiene información contextual sobre aprendizajes curriculares específicos, conforme al proyecto IN-308100, sufragado económicamente por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Referencias

- 1 Hull, H. *Historia y filosofía de la ciencia*, Barcelona, 1981, Editorial Ariel.
- 2 Denis-Papin, M. *Mathématiques Générales*, París, 1989, DUNOD.
- 3 Boyer, C. A. *History of Mathematics*, Nueva York, 1989, John Wiley and Sons.
- 4 Schoenfeld, A. "Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics", en D. Grows (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Nueva York, 1992, National Council of Teachers of Mathematics, Macmillan.
- 5 Ruiz, C., y S. Juárez. "Igualdad y desigualdad superficial en cuadriláteros", *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXVII, núm. 156, enero-febrero 2001, pp. 68 a 73.
- 6 Gloor, O.; B. Amrhein, y R. Maeder. *Illustrated Mathematics. Visualization of Mathematical Objects with Mathematica*, Nueva York, 1995, TELOS/Springer Verlag.
- 7 Devlin, K. *The Language of Mathematics. Making the Invisible Visible*, Nueva York, 1998, W. H. Freeman and Company.
- 8 Perkins, D., y T. Blythe. "Putting Understanding up Front", *Educational Leadership*, vol. 51, núm. 5, 1994, pp. 4-7.
- 9 Glatthorn, A. "Constructivism: Implications for Curriculum", *International Journal of Educational Reform*, vol. 3, núm. 4, octubre, 1994, pp. 449-455.





Animales transgénicos

MARIBEL EDITH VÁZQUEZ LARA



Introducción

La manipulación genética de los animales se ha desarrollado en una escala sin precedente, pues la habilidad de introducir genes y la expresión exitosa de éstos en el organismo ha permitido el uso de la tecnología transgénica, cuyo objetivo es:

1. La creación de animales transgénicos que sirvan como modelo para la lucha contra las enfermedades congénitas.
2. La producción de grandes cantidades de proteínas con gran importancia económica, por medio de animales que sirven como biorreactores.



Figura 1. Creación del gen para animales transgénicos



Figura 2. Microinyección de un fragmento de ADN.

El gen (segmento del ácido desoxirribonucleico-ADN-que especifica cierta proteína o una cadena de polipéptidos) está formado por dos porciones básicas: una secuencia reguladora y otra de codificación para la proteína (gen estructural). Las secuencias reguladoras desempeñan un papel importante al fijar la actividad de determinado gen en un tipo específico de célula, en momentos concretos durante el desarrollo de la misma, en tanto que la se-

cuencia de codificación proporciona la estructura primaria de la proteína, producto de un gen; estas dos partes del mismo pueden ser modificadas, y así generar genes nuevos con características diferentes. Con la tecnología del ADN recombinante (moléculas que contienen ADN de dos o más fuentes) como herramienta es posible modificar las secuencias reguladoras y las de codificación para proteína de los genes en un tubo de prueba.

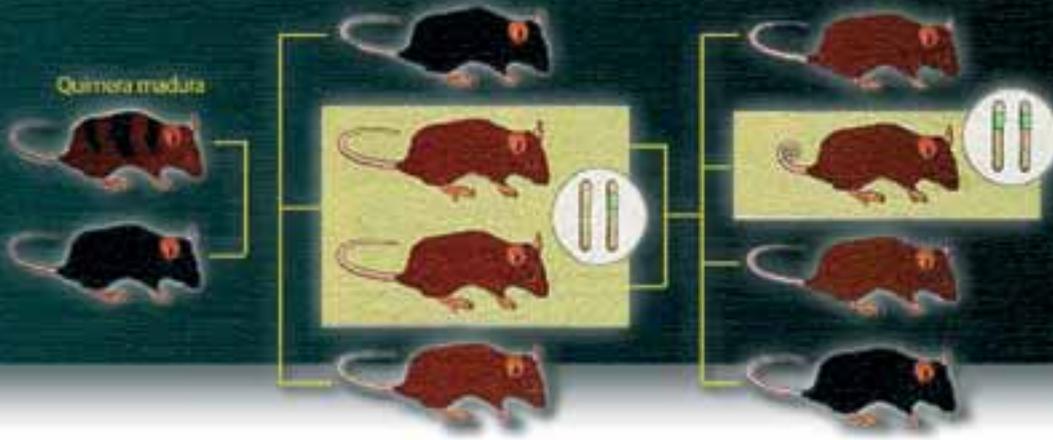


Figura 3. Mutación cromosomal.

El genoma de un animal contiene la información necesaria para especificar su estructura y composición básicas. La variedad de seres vivos es el resultado de la clasificación de cromosomas (estructura que contiene el ADN en los eucariotas) como parte de la reproducción sexual, de la variación de los genes específicos (ojos cafés contra azules) y del efecto del ambiente en el organismo, mucho del cual se ve reflejado en una respuesta genética, y se considera que esta rica variedad es producto de la actividad de quizá 50 mil o probablemente no más de 100 mil genes.

Para que una forma compleja de vida exista y prospere, los genes deben ser activos en el tipo adecuado de célula, en el tiempo correcto durante su desarrollo, y tener estímulos ambientales apropiados. Por tanto, es necesario comprender que el significado de animal transgénico se aplica al organismo que ha incorporado un gen extraño en su genoma (conjunto completo de genes presente en él), por medio de la intervención humana. Dicho gen extraño se considera comúnmente como un transgen (segmento de ADN recombinante) que puede ser: 1) introducido en las células somáticas, o 2) integrado en la línea germinal de su huésped y transmisible a las generaciones subsecuentes.

Transgénesis

Para crear animales transgénicos se microinyecta ADN en el núcleo de un huevo fertilizado, y el resultado es que los genes se convierten en una parte permanente del genoma, insertándose al azar en el cromosoma. En biología, uno de los efectos principales es que los genes se pueden insertar en el genoma de un animal, simplemente inyectándolos en el núcleo del huevo recientemente fertilizado, en tanto que la incorporación puede ocurrir en fases posteriores del desarrollo. La inserción en los huevos recientemente fertilizados hace posi-

ble que todas las células contengan el transgen, sobre todo las células germinales, el esperma y los propios huevos. La microinyección de los transgenes que contienen el ADN dentro del núcleo ha sido el primer método utilizado para lograr animales transgénicos.

Aparte de la microinyección de fragmentos de ADN, también existen otros métodos para crear animales con modificaciones genéticas y así, por ejemplo, tenemos la infección por retrovirus (virus animal que contiene ácido ribonucleico –ARN– de cadena sencilla como material genético y puede producir ADN complementario a partir de una matriz del propio ARN por acción de la enzima transcriptasa inversa); el método consiste en introducir genes a las células, por medio de fagos (virus) que afectan directamente el genoma de la célula embrionaria. Asimismo, se utiliza la mutación de genes (cambio súbito hereditario en el fenotipo de determinado organismo), consistente en la formación de un vector (gen) que contenga en la región codificadora de la proteína cierto marcador; una vez que esto se logra, el siguiente paso es introducir éste en las células embrionarias. Lo que sucede en ese punto es la recombinación con el material genético propio de las células y, por lo tanto, ahí habrá inserciones que conserven el gen original, otras en que eso ocurra al azar y otras más en las cuales simplemente no pasará nada. A continuación, se deben aislar aquellas células en las que se efectuó la mutación, poniendo de manifiesto las alteraciones sufridas por uno de los cromosomas; después estas células se insertan en embriones aún inmaduros; posteriormente el embrión se implanta en una madre sustituta, y el individuo que nacerá es conocido como quimérico, ya que sus células provienen de dos organismos diferentes. Por último se busca la procreación de los individuos quiméricos entre ellos mismos, para que la siguiente generación ponga de manifiesto, físicamente, la alteración en el nivel cromosomal. 🌐

Reseña acerca de la manipulación de animales mediante la transgénesis

1980

John W. Gordon y sus colaboradores determinaron que un embrión de ratón podía incorporar ADN extraño dentro de sus cromosomas. Al mismo tiempo Thomas E. Wagber y asociados demostraron que el gen tomado de un conejo podría funcionar en ratones, y para ello usaron un tubo de vidrio de dimensiones microscópicas, e inyectaron un fragmento específico del ADN del conejo dentro de una célula de embrión de ratón, y asombrosamente este ADN comenzó a integrarse dentro de los cromosomas del mismo, quizá porque el fragmento fue reconocido por la célula como una ruptura que necesitaba ser reparada. Este ratón transgénico pasó el gen extraño a su descendencia de manera normal, siguiendo las leyes de Mendel, y el gen añadido funcionó normalmente en su nuevo huésped y el ratón comenzó a fabricar hemoglobina de conejo en su sangre.

1985

Se informa sobre los primeros animales transgénicos, y desde entonces más de 50 transgenes distintos se han insertado en animales del campo.

1987

Lothar Hennighausen y John Clark establecieron el método para la activación de genes extraños en las glándulas mamarias de ratón; las moléculas extrañas de proteína, creadas de esta manera, fueron secretadas directamente dentro de la leche de los ratones transgénicos, de donde pudieron recuperarse con facilidad.

1990

Científicos de todo el mundo trabajaron arduamente para poder engendrar cerdos que sirvieran como granjas de

órganos, y la ingeniería genética permitió que sus células produjeran proteínas humanas, evitando que los órganos fueran rechazados.

1992

J.G. White y sus colegas crearon en la Universidad de Cambridge cerdos transgénicos, introduciendo dentro de sus embriones un gen humano, que inhibía directamente la producción de una proteína humana que evitaba la aceptación del órgano.

1997

Se llevó a cabo la clonación de Dolly en el Instituto Roslin de Edimburgo, y posteriormente estos mismos investigadores anunciaron el nacimiento de Polly, la oveja de raza Poll Dorset, fruto de la clonación efectuada a partir de una célula embrionaria. El óvulo recibió una manipulación fundamental, y con la técnica microscópica se le colocó el gen humano encargado de la producción de antitripsina.

1998

Los científicos de la Universidad McGill y del laboratorio para investigaciones clínicas de Merck-Frosst de Quebec, Canadá, descubrieron la desactivación del gen que fabrica la enzima causante de la obesidad y la diabetes tipo 2 en ratones. Así, crearon ratones que tienen “desactivado” el gen que produce la enzima PTP-1B (proteína que propicia la diabetes tipo 2 y la obesidad), demostrando que, a pesar de la dieta alta en grasas y calorías, éstos no aumentaron de peso ni desarrollaron síntomas de dicha diabetes. La enzima PTP-1B de los ratones es “casi idéntica” a la humana, lo que permite avizorar la creación de drogas que la bloqueen en los seres humanos.

PRODUCTOS TRANSGENICOS COMERCIALIZADOS

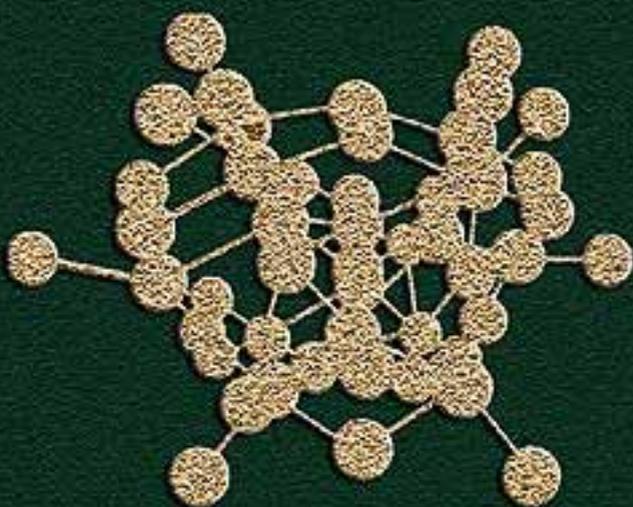
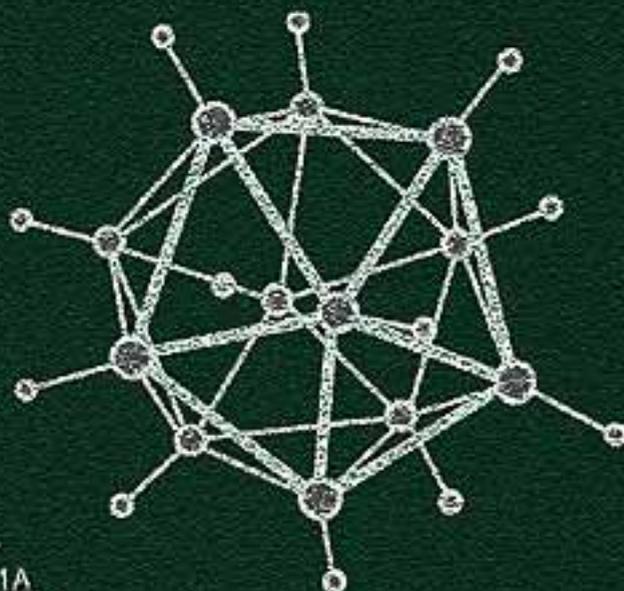
ATT	Alfa-1-antitripsina, cuya deficiencia provoca enfisema.
tPA	Activador plasminógeno de tejido. Tratamiento para la coagulación de la sangre.
Factores VIII, IX	Factores para la coagulación de la sangre. Tratamiento para la hemofilia.
Hemoglobina	Sustituto de la sangre en transfusiones humanas.
Lactoferrina	Aditivo para una mezcla nutritiva infantil.
CFTR	Regulador transmembranaral de fibrosis quística. Tratamiento de fibrosis quística.
Proteína humana C	Anticoagulante. Tratamiento para la coagulación de la sangre.

DROGA	ANIMAL	VALOR/ANIMAL/1 AÑO
ATT	Oveja	\$15 000
tPA	Cabra	75 000
Factor VIII	Oveja	37 000
Factor IX	Oveja	20 000
Hemoglobina	Cerdo	3 000
Lactoferrina	Vaca	20 000
CFTR	Oveja, ratón	75 000
Proteína humana C	Cerdo	1 000 000

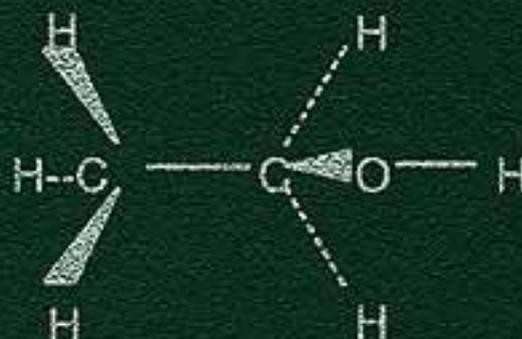
Precio actual en dólares en el mercado de drogas y producción por animal.

Referencias

- Brock Thomas, D. *Microbiología*, segunda edición en español, Prentice Hall, 1993, pp. 914-923.
- Caird Rexroad, E. Jr. "The Science of Transgenic Animals for Food Production", www.kslab.ksla.se
- Capecchi, Mario R. "Targeted Gene Replacement", *Scientific American*, marzo, 1994, pp. 52-59.
- Jaenisch, Rudolf. "Transgenic Animals", *Science*, vol. 240, junio 1988, pp.1468-1473.
- Lanza, Robert P., *et al.* "Xenotransplantation", *Scientific American*, julio, 1997, pp. 40-45.
- Purse, Vernon G., *et al.* "Genetic Engineering of Livestock", *Science*, vol. 244, junio, 1989, pp. 1281-1287.
- "Pharmaceutical Production from Transgenic Animals", www.biotech.iastate.edu/publications/biotech_info_series/bio10.html



v		1A		2A																	
	1																				
	H																				
	3	4																			
	Li	Be																			
	11	12																			
	Na	Mg																			
	19	20																			
	K	Ca																			
	37	38																			
	Rb	Sr																			
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69						
	Ca	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm						
	87	88	89	90	91	92	93	94	95	97	98	99	100	101	102						
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No						



La enseñanza de la química

Conocimientos, actitudes y perfiles

FELIPE TIRADO, JOSÉ ANTONIO CHAMIZO, FRANCISCO RODRÍGUEZ Y ANGÉLICA PÉREZ

Introducción

Desde hace más de un decenio hemos venido desarrollando una serie de investigaciones que tienen como propósito central el de contribuir a generar un conjunto de indicadores sobre el desempeño del sistema educativo nacional al nivel básico, que permitan ayudar a valorar su rendimiento y orientar las políticas educativas. Algunas de estas investigaciones han sido patrocinadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y se han venido presentando en esta revista.

Consideramos que el proceso educativo constituye uno de los retos de mayor trascendencia para el desarrollo del país; de aquí que la evaluación de los procesos educativos y de sus resultados signifique una responsabilidad de primera importancia, pues permite apreciar el logro de los propósitos, reconocer y valorar los aciertos, así como los errores y las omisiones, de manera tal que se puedan reforzar las prácticas exitosas, corregir las fallidas y superar las limitaciones.

La evaluación es un recurso fundamental para planear y programar las acciones futuras, y conforma por ello una estrategia imprescindible para el desarrollo institucional, pero es preciso definir lo que se va a valorar y ello implica reconocer qué es lo importante y cómo obtener indicadores de logro, a fin de que la evaluación constituya un proceso de definición, que conduzca a crear una taxonomía de los objetivos institucionales. Así, lo que se evalúa se torna importante por la atención diferenciada que se le presta, de manera que se constituye en un proceso que configura, modela y regula la práctica educativa.

La evaluación sistemática configura parámetros y establece puntos de comparación como referentes de logro y así poder hacer apreciaciones. Para poder valorar la eficiencia del sistema educativo nacional se precisa de referentes equiparables, de aquí que resulte pertinente y recomendable realizar exploraciones que permitan hacer comparaciones entre sectores del propio sistema educativo (público, privado, rural, urbano), así como con el rendimiento alcanzado en otros países. La globalización de la economía y la vida académica hacen cada vez más necesario compartir indicadores establecidos, a fin de hacer cotejos internacionales, lo cual es otro de los objetivos del presente estudio.

Sin duda, el propósito curricular de todos los programas de educación básica en el mundo es que sus egresados lleguen a dominar ciertas nociones y conocimientos básicos, que les permitan comprender los fenómenos químicos, sobre todo aquellos que están presentes en su entorno de vida. Entender los principios fundamentales de la química ayuda a las personas a comprender qué son

estos fenómenos, cómo operan y cómo se pueden obtener enormes beneficios de ellos. De esta manera, las personas pueden entender mejor su entorno e interactuar de manera más razonable; por ejemplo, si se comprende el fenómeno de la acidez, se puede aplicar este conocimiento en casos de acidez estomacal y orientar las acciones para prevenirla.

El conocimiento sobre los fenómenos químicos también permite actuar de manera más responsable ante el entorno, cuidar y aprovechar los recursos naturales sin deteriorar los ecosistemas, formar una cultura de respeto, preservación y promoción del ambiente. Además, si bien algunos productos químicos son contaminantes, su reemplazo por otros que no lo sean requiere de conocimientos de la química, que es parte del problema ambiental y también de su solución. Así, es indispensable fomentar el interés y aprecio por la química en las nuevas generaciones, formar nuevos cuadros de profesionales en esta disciplina, para impulsar la imprescindible industria de la transformación del país.

La enseñanza de la química no suele ser una asignatura fácil, porque es común que, dada la falta de unas buenas estrategias pedagógicas, muchos alumnos desarrollen una suerte de antipatía por esta disciplina; la consideran como difícil, aburrida, fastidiosa y monótona, dando lugar a lo que Kauffman (1991) ha llamado "quimifobia". De aquí que esta animadversión por la química se transfiera a actitudes que interfieren con su aprendizaje, dando como consecuencia resultados muy pobres en su dominio, como lo muestran los altos índices de reprobación observados (Chamizo y Garritz, 1993; Chamizo, 1994; Garritz y Chamizo, 1988; Secretaría de Planeación UNAM, 1999; Suárez y López-Guazo, 1996). Las actitudes adversas hacia la química y los bajos índices de aprobación constituyen un problema internacional (Chiappetta, Waxman y Sethna, 1990; Espinosa y Román, 1991; House, 1995; Oñorbe y Sánchez, 1996; Ortega, *et al.*, 1992). Este problema hace apreciar la importancia de diseñar técnicas didácticas que generen el aprecio y gusto por el aprendizaje, desde que el alumno tiene su primer contacto con esta disciplina.

La ignorancia de la química, aunada a la aversión creada por esta asignatura, da origen a una serie de prejuicios que norman comportamientos y opiniones, tales como creer que lo “natural” es siempre mejor que lo sintético, como si beber un vaso de agua destilada del mar fuera nocivo para la salud por el simple hecho de haber sido elaborado por una acción humana; esto deja en claro que tal prejuicio sólo puede basarse en una gran ignorancia. Hay que recordar, por ejemplo, que la sustancia más tóxica conocida no es el producto sintético de la malévolamente de un químico, sino la natural toxina producida por una bacteria, la *Clostridium botolium* (Chamizo, 1995). Explorar este tipo de actitudes constituye otro de los fines de esta investigación.

Objetivos

Con fundamento en la introducción de este estudio y para puntualizar sus propósitos, la investigación tiene tres objetivos: primero, evaluar las competencias fundamentales en la química (conocimientos) que toda persona que concluye el ciclo básico debería tener, es decir, al concluir sus estudios de secundaria y obtener así indicadores que permitan hacer comparaciones con los resultados observados en otros países. Segundo, considerar las opiniones y predisposiciones (actitudes) relacionadas con la química, así como correlacionar estas predisposiciones con los niveles de dominio de los conocimientos básicos. Y tercero, estudiar las variables de la población (perfiles), tales como: el nivel de escolaridad, la edad, el género, la ocupación de los padres, las actividades de recreación y los hábitos de estudio, para correlacionarlas con el rendimiento escolar, y poder encontrar indicios que permitan explicarse el fenómeno observado.

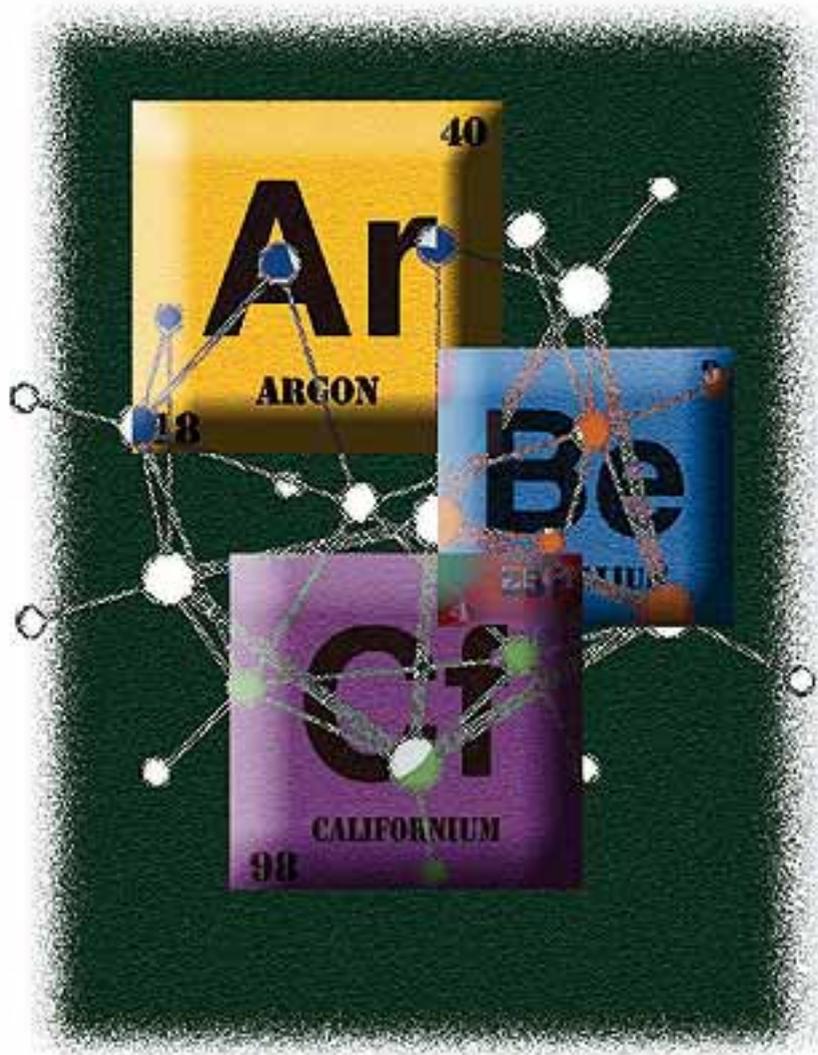
Metodología

Para la realización de este estudio, se integró un grupo de personas pertenecientes a dos dependencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), (la ENEP Iztacala y la Facultad de

Química). Posteriormente se establecieron los propósitos, el procedimiento y las fases de desarrollo de la investigación y una vez definido el proyecto, el siguiente paso consistió en elaborar el instrumento de mediación, que se definió en cuatro secciones. En la primera se hizo una presentación, en la que se explica al encuestado la finalidad del estudio, su carácter anónimo, las secciones que componen el examen y la manera como se debe contestar, finalizando con un agradecimiento por su colaboración.

En la segunda sección se presentan diez preguntas para explorar opiniones (actitudes), a las que se debe contestar si se está: a) totalmente de acuerdo con lo que se afirma, b) de acuerdo, c) en desacuerdo y d) totalmente en desacuerdo. Las preguntas se formularon con base en temas diversos, como contaminación, alimentos, medicamentos, aprovechamiento de los conocimientos químicos, etc. A manera de ilustración se citan cinco reactivos: 1. La química es una actividad de alto riesgo y sus productos deberían permanecer lo más lejos posible de la comunidad. 2. En caso de enfermedad, tomar productos naturales es mejor que tomar medicamentos. 3. La aplicación de la química brinda alternativas para la prevención y curación de las enfermedades. 4. En el campo, para abonar la tierra y combatir las plagas, es preferible emplear cualquier otro procedimiento, antes que utilizar fertilizantes químicos o insecticidas. 5. La química es una actividad de alto riesgo y sus productos deberían permanecer lo más lejos posible de la comunidad. Se podrá apreciar que algunas preguntas son contrarias entre sí; esto se hace para verificar si hay persistencia (congruencia) en las respuestas; además, debe advertirse que el orden de presentación de las preguntas no es el que aquí se expone, sino que están saltadas, de manera tal que no sea evidente que se está preguntando lo mismo, pero en sentido opuesto.

La tercera parte se compone de 20 preguntas de opción múltiple, para evaluar conocimientos fundamentales de química. Todas ellas se plantearon en el nivel elemental de tercero de secundaria, es decir, que todo egresado con una formación básica en química debería ser capaz de contestarlas correctamente.



La composición de las preguntas corresponde a lo que hemos llamado “interprueba”, porque está construida mediante reactivos de diversas pruebas, con el propósito de poder hacer comparaciones con los obtenidos en otras poblaciones y, así, cruzar los resultados. Nueve reactivos de los 20 son internacionales, de éstos, cuatro fueron elaborados y aplicados en España (Llorens, 1998; Chastrette y Franco, 1991), tres en Canadá (BCAS, 1991) y dos (los disponibles en química) corresponden a réplicas del Second International Science Study (SISS) realizado por la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA, 1988), en el que participaron 17 países. Cinco preguntas más fueron tomadas de un examen (EXANI-I) que el Ceneval nos prestó amablemente, y las restantes se elaboraron exprofeso para este estudio. Para ello se revisaron los planes y programas de estudio correspondientes a la química, se elaboraron mapas conceptuales, se consultó a especialistas y profesores de la asignatura, de manera tal que revisaran y sugirieran las adecuaciones que estimaran pertinentes, y para finalizar

se aplicaron 300 cuestionarios como pruebas piloto, con el propósito de hacer ajustes finales, basados en los índices de confiabilidad obtenidos.

En la cuarta y última parte del cuestionario, se explora una serie de variables de población (perfiles), que se presume pueden estar asociadas al rendimiento escolar. Para ello se solicita al encuestado que conteste 10 preguntas, marcando los incisos más apropiados para definir su situación personal, tales como número de horas que suele ver televisión por semana, tiempo aproximado que dedica semanalmente a tareas escolares, número aproximado de libros que hay en su casa, número de hermanos, tiempo transcurrido desde que concluyó su último curso de química y los temas que reconoce haber estudiado en sus cursos.

Por último, la información se capturó en una base de datos y éstos se procesaron en el programa SPSS, versión 8.

Resultados

Se aplicaron más de siete mil cuestionarios, mediante un muestreo no aleatorio por conglomerados, en 24 secundarias, 22 bachilleratos y 13 universidades de ocho entidades federativas: Baja California, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Quintana Roo y Sonora. No todos los cuestionarios que se aplicaron pudieron recuperarse, ni todos estaban contestados, por lo que finalmente el estudio quedó integrado con las respuestas que dieron 6 591 estudiantes, de los cuales 2 641 (40.1%) eran alumnos de tercer año de secundaria; 2 576 (39.1%) estudiaban bachillerato, y 1 374 (20.8%) cursaban alguna licenciatura.

Conocimientos

Por ser el rendimiento escolar la variable de mayor importancia en este estudio, presentaremos primero el análisis de resultados correspondiente a la sección de conocimientos.

La media de aciertos obtenida por toda la población

examinada fue de 39.56 respuestas correctas, es decir, que en términos generales no se contestó de manera acertada ni la mitad de las preguntas, lo que resulta crítico, si se tiene en cuenta que éstas eran elementales y estaban planteadas para que todo estudiante, que hubiera adquirido una formación básica adecuada en química, pudiera contestarlas.

Si se analiza por niveles de escolaridad, los resultados siguen siendo críticos (véase gráfica 1). Los que tenían estudios de secundaria obtuvieron una media de 32.1% de aciertos, los de bachillerato 37.9% y los de licenciatura 45.9%. Aunque la tendencia es ascendente con mayor nivel de estudios, como era de esperarse, aun así, los de mayor escolaridad no logran una calificación aprobatoria en los términos convencionales (más de 60% de aciertos).

Preguntas

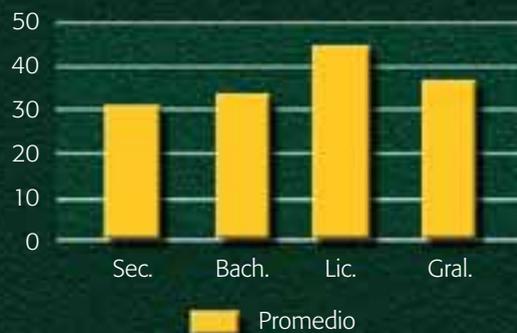
Para permitir al lector apreciar lo crítico de estos resultados, analizaremos algunas preguntas que resultan ilustrativas.

A una persona, el médico especialista le indicó tomar a la brevedad, una pastilla de euglocon de 750 mg. Recorrió varias farmacias y ya siendo de noche, sólo pudo encontrar el medicamento en tabletas de 500 mg. ¿Qué harías en su lugar?

- Seguir buscando en otras farmacias.
- Solicitar ayuda de "emergencia" en algún hospital.
- Tomar una pastilla y media del medicamento de 500 mg.
- Tomar un medicamento que le recomendó el farmacéutico.
- No sé.

Sólo el 45.5% de los estudiantes de secundaria contestó correctamente esta pregunta, en el caso de bachilleres el 57% y el 58.2% en el de licenciatura. De la muestra (6591), un tercio (33.3%) consideraron que la mejor opción sería: *iseguir buscando o ir a un hospital!* (optaron por "a" o "b"). Al parecer resultó difícil comprender

Gráfica 1.



que una pastilla y media (opción "c") da la dosis requerida (750mg). En esta pregunta se puede apreciar que no se están evaluando conocimientos de química, sino sólo la habilidad de discernir.

En otra pregunta se planteó:

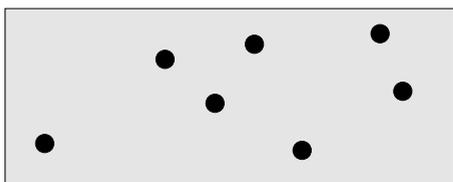
De las siguientes opciones, elige aquella que consideres que aporta más energía a tu organismo:

- Una taza de café muy caliente.
- Un helado en cono.
- Un jugo de naranja.
- Correr durante 10 minutos.
- No sé.

Esta resultó ser la pregunta más difícil del cuestionario, pues sólo el 5.3% de estudiantes de secundaria la contestó acertadamente, 11.9% de bachillerato y 27.4% de licenciatura. Al parecer hay poca claridad en los procesos metabólicos del organismo.

Otro reactivo fue:

Probablemente habrás oído decir que la materia está formada por pequeñas partículas, tales como átomos y moléculas. Si representamos todas las partículas de los distintos gases que componen una pequeña muestra de aire así:



¿Qué crees que hay entre estas partículas?

- a) Más aire
- b) Otros gases.
- c) Nada.
- d) Una sustancia muy ligera que lo rellena todo.
- e) No sé.

El 89.5% de secundaria no pudo contestar apropiadamente esta pregunta, 87.1% falló en el caso del nivel de bachillerato y 80.4% en el de licenciatura. La discontinuidad de la materia y la noción de las partículas de átomos y moléculas como los componentes de la misma, son principios conceptuales básicos que todo estudiante de secundaria debió haber comprendido, de aquí lo crítico de los resultados.

En otra pregunta se planteó:

¿Cómo explicas el hecho de que este fenómeno (agregar gotas de tinta en un vaso con agua) sea más rápido en el agua caliente?

- a) Porque las moléculas de agua se vuelven más porosas y permiten que el colorante penetre más rápidamente en su interior.
- b) Porque las moléculas de agua cambian más rápidamente sus propiedades al calentarse.

- c) Porque las moléculas se agitan más intensamente y se mantienen a mayor distancia.
- d) Porque las partículas de colorante pasan a ocupar los huecos de las moléculas de agua que se han evaporado.
- e) No sé.

Sólo una cuarta parte (24.9%) de toda la muestra contestó acertadamente esta pregunta, es decir, el 75% no puede reconocer en que consiste un fenómeno tan cotidiano como el calor.

En esta pregunta se indicó:

La fórmula del ácido fosfórico es H_3PO_4 . ¿Cuántos átomos hay en una molécula de este ácido?

- a) 1.
- b) 8.
- c) 7.
- d) 3.
- e) No sé.

El 61.2% no fue capaz de realizar la lectura ni la suma simple de átomos contenidos en esta molécula.

Por último, véase este otro reactivo:

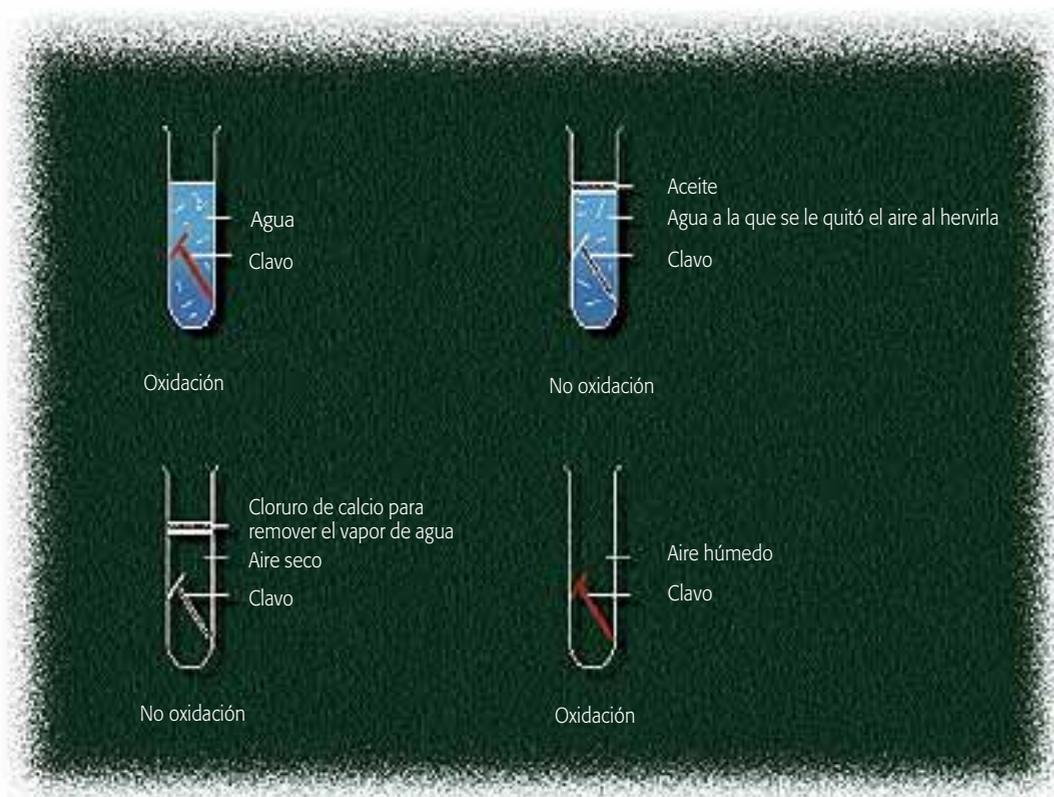
El dibujo de la derecha representa cuatro pruebas usadas en un experimento diseñado para averiguar cuál de las condiciones es necesaria para que un clavo de hierro se oxide (tome un color rojizo).

De estos resultados, se puede concluir que la oxidación ocurre en la presencia de:

- a) Únicamente aire
- b) Únicamente agua.
- c) Aire o agua.
- d) Aire y agua.
- e) No sé.

Para resolver esta pregunta no se requiere saber, sino simplemente observar y razonar para derivar la respuesta correcta; pese a esto, la mitad de todos los examinados (49.1%) no pudo contestarla acertadamente.

Los reactivos fueron diseñados y clasificados por las



demandas cognitivas requeridas para su resolución en términos de conocimientos o habilidades, encontrándose que se presentan más dificultades en los correspondientes a habilidades (inferir, procesar y resolver), que en los de reconocimiento de la información, lo que debe llevarnos a reflexionar sobre la orientación en que estamos formando a nuestros estudiantes.

De los 1 374 estudiantes universitarios, el 22.7% (312) cursaba estudios en una profesión directamente relacionada con la química. Estos estudiantes obtuvieron una media de 62.1% de respuestas correctas, lo que sigue siendo crítico si se considera que las preguntas estaban planteadas para ser resueltas por un alumno de tercero de secundaria.

Como elemento complementario del estudio y con el propósito de tener elementos de validación y contrastes, se aplicó el examen a 27 profesores de química (cinco de secundaria, 21 de bachillerato y uno de licenciatura). La media de aciertos de este grupo fue de 86.5%. En todos los reactivos, la mayoría de los profesores (más del 50%) optó por la alternativa correcta, y el 85.2% de ellos alcanzó 75% de aciertos o más, lo que constituye un elemento de validación del instrumento. Sólo cuatro profesores

(14.8%) obtuvieron un puntaje inferior, lo que es de llamar la atención por tratarse de maestros de química; esto invita a considerar la pertinencia de evaluar el dominio de la asignatura, para acreditar su competencia.

Comparaciones internacionales

Como se indicó, parte del interés de este estudio fue hacer algunas comparaciones de orden internacional, para lo cual se emplearon reactivos que fueron desarrollados y aplicados en otros países (cuatro en España, tres en Canadá y dos en un estudio realizado en 17 países). No es posible desglosar y detallar estos resultados, porque hay muchas variantes y los análisis se tornan complejos; sin embargo, sí pueden referirse los resultados más significativos a manera de ejemplo.

De las cuatro preguntas elaboradas y aplicadas en España, al comparar los resultados con la población mexicana de igual nivel de escolaridad (alumnos de bachillerato), se aprecia que los españoles contestaron correctamente estas preguntas en los porcentajes siguientes: 22.1, 38.0, 75.1 y 14.7; en cambio, los mexicanos obtuvieron estos puntajes: 12.9, 14.2, 54.5 y 24.4 respectivamente, lo cual

implica que en las tres primeras preguntas los españoles obtuvieron una media de 17.9 puntos porcentuales por arriba de la población mexicana, y en la cuarta pregunta los mexicanos los aventajaron con 9.7 puntos.

En el caso de las tres preguntas elaboradas y aplicadas en Canadá (con alumnos de nueve grados de escolaridad, equivalente a tercero de secundaria en México), los aciertos fueron 46.6%, 50% y 66%; en el caso de los escolares mexicanos, éstos obtuvieron 28.7, 47.9 y 60.2 respectivamente, lo que significa que la población canadiense en los tres reactivos puntuó mejor, pues en el primero hay una diferencia de 17.9 puntos, pero en los otros dos es pequeña (2.1 y 5.8 puntos respectivamente), haciendo estas diferencias un promedio de 8.6 puntos a favor de los estudiantes canadienses.

En las dos preguntas realizadas por el International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA, 1988), encontramos que la media de aciertos es de 75.8 y 75.4; en el caso de la muestra mexicana equivalente en grado de escolaridad se obtuvieron 17.9 y 67.9 respectivamente, lo cual llama la atención, porque en la primera pregunta la diferencia es abismal y en el segundo caso resulta moderada.

En los nueve reactivos que permiten hacer comparaciones internacionales se observa que la población mexicana puntuó en ocho de ellos por abajo y sólo en un reactivo se colocó en posición superior. El promedio de las diferencias de los nueve reactivos hace 15 puntos porcentuales, de aquí que se podría concluir que este indicador nos da una estimación comparativa en términos internacionales.

Sin embargo, parece que el primer reactivo tomado del IEA no está bien calibrado, porque el resultado genera una diferencia muy grande respecto al otro reactivo; además, ésta es muy diferente a la de todas las otras preguntas internacionales revisadas en este estudio. Una razón podría ser que el planteamiento de la pregunta no corresponda a lo enseñado curricularmente en México y esto la invalida. Si se deja de considerar esta pregunta, entonces la diferencia promedio es de 9.7%, es decir, que los estudiantes mexicanos estarían sobre diez puntos porcentuales por debajo de la media internacional. Este valor nos

parece apropiado, porque resulta muy cercano al obtenido en un estudio previo (Educación Comparada: México entre otras naciones, Tirado y Rodríguez, 1999).

Ceneval

En cuanto a las cinco preguntas que fueron tomadas de un examen del Ceneval (EXANI-I), las medias de aciertos son: 50.0, 26.0, 14.7, 32.1 y 59.0. En la muestra de estudiantes de tercero de secundaria (correspondiente al nivel de escolaridad de los examinados en el EXANI-I) que contestaron nuestro examen, se obtuvieron en estos reactivos: 45.3, 35.3, 15.0, 20.3 y 58.5. Aquí se puede apreciar que en el tercer reactivo (14.7 - 15.0) y el último (59.0 - 58.5) se replicó el mismo puntaje, considerando el error estándar entre las versiones (4.2 = ± 2.12) que nos proporcionó el propio Ceneval. El primer reactivo (50.0 - 45.3) ya no está dentro de los márgenes del error estándar, pero no es demasiado grande la discrepancia (4.7) y hay que considerar que nuestra muestra es de 2 641 casos. Sólo en el segundo (26.0 - 35.3) y cuarto (32.1 - 20.3) reactivos se aprecian diferencias de más de 10 puntos, lo que invita a revisar y calibrar mejor estas preguntas.

Si se considera el promedio que generan los cinco reactivos, la media obtenida por el Ceneval fue de 36.4, y la obtenida por nosotros fue de 34.9; es decir, hubo una diferencia de tan sólo 1.5 puntos porcentuales, que está dentro del error estándar del muestreo, de aquí que se pueda considerar como otro elemento más de validación y confiabilidad del instrumento. Este dato también le da un poder de generalización a la prueba, ya que los resultados del Ceneval han sido obtenidos con más de 200 mil participantes.

Actitudes

Otro propósito importante de este estudio fue explorar las actitudes de los entrevistados respecto a la química, para lo cual se presentaron diez preguntas, cinco indicativas de actitudes positivas y las otras cinco de predisposición negativa. En términos ge-

nerales, las opiniones promedio fueron ligeramente favorables a la química (56.3% de las respuestas), pero este promedio no es muy revelador, porque en casi la mitad de los encuestados las respuestas no fueron del todo congruentes, ya que a veces sus opiniones eran favorables y otras no. Por ello se consideró apropiado dividir a la población en tres grupos: los casos que mantenían claramente una opinión positiva (1 836 sujetos = 27.9%), los que lo hacían de manera negativa (1 825 sujetos = 27.7%), y los que eran incongruentes o poco claros en sus opiniones (44.4%). Este último grupo se desagregó de la base de datos, para hacer el análisis de los resultados de actitudes. De este modo se aprecia que en la medida que se eleva el nivel de escolaridad, las opiniones tienden a ser ligeramente más favorables (secundaria = 25.8%, bachillerato = 26.4% y licenciatura = 34.4%).

Si se comparan en términos de su rendimiento en la sección de conocimientos, los grupos que tienen una actitud positiva para la química en contraste con los que no la tienen, se aprecia que en general puntuaron ligeramente más alto los que tienen una posición positiva: 40.8% de respuestas correctas contra 36.7%. De manera curiosa, esta diferencia se dio en sentido opuesto en el caso de los estudiantes de carreras afines a la química, es decir, los 65 estudiantes que manifestaron una opinión adversa a la química obtuvieron más respuestas correctas (70%) que los 90 alumnos con actitudes favorables, quienes logran sólo 60.4% aciertos en promedio.

De los 27 profesores de química, llama la atención que cerca de un tercio (29.6%) expresó una actitud favorable a la disciplina y otro tercio una actitud negativa, siendo el resto ambivalente. En este caso, los profesores con actitud positiva fueron los que lograron el mejor puntaje en la sección de conocimientos (91.3% aciertos). Los de actitud negativa obtuvieron 1.3% de respuestas correctas.

Perfiles (variables de población)

De los 6 591 casos, 53.4% eran mujeres y 46.3% hombres. Los hombres puntuaron 3.5% por arriba de las mujeres, y la edad del 91% de los

encuestados se encontraba entre 14 y 21 años, siendo su ejecución consistentemente mejor a mayor edad (14 años = 33.5% aciertos, 21 años = 43.8%), lo que era lógico esperar, pues a mayor edad la tendencia es más alta escolaridad.

Quienes informaron haber cursado sus estudios en instituciones públicas, los de primaria obtuvieron 36.7% aciertos, los de secundaria también obtuvieron 36.7%, y los de bachillerato y licenciatura, 41 y 46.9 respectivamente. En cambio, quienes afirmaron haber estudiado su primaria en una institución privada obtuvieron 40.1% de aciertos, los de secundaria 39.9, los de bachillerato 39.4 y de licenciatura 32.1. Es decir, que quienes hicieron su primaria y secundaria en una escuela pública puntúan por debajo de quienes lo hicieron en una institución privada, pero la relación es inversa en el caso del bachillerato y la licenciatura, pues puntuaron mejor quienes estudiaron en una escuela pública.

Un factor asociado con el rendimiento en la prueba fue la escolaridad de los padres (ninguna = 36.7, primaria = 35.4, secundaria = 35.8, bachillerato 38.4, licenciatura = 39.6, posgrado = 41.1), pero llama la atención



que en los casos de los padres que no contaban con nivel de escolaridad alguno, el promedio general de aciertos de sus hijos fue mayor a los casos cuyos padres tenían primaria y secundaria. Al hacer un análisis más detallado se aprecia que los hijos cuyos padres no tienen escolaridad y que se encuentran en licenciatura, son los que realmente puntuaron alto (50.5); en cambio, los que se encuentran en secundaria y cuyos padres no tienen escolaridad, fueron los que puntuaron más bajo (26.7). La importancia de la escolaridad de los padres ya ha sido apreciada y reportada en otro estudio (Tirado y Hernández, 2000).

También se observa que en la medida en que se informó tener mayor número de libros en casa, la media de aciertos se incrementa; quienes indicaron tener menos de 25 libros puntuaron 34.5, a diferencia de quienes dijeron contar con más de 100, que puntuaron 40% de aciertos en promedio.

El nivel de ingresos familiares también mostró una correlación positiva, apreciándose que a mejores entradas mayores puntajes en la prueba. Quienes expresaron tener ingresos inferiores a mil pesos mensuales obtuvieron en promedio 31.7% de aciertos, a diferencia de quienes indicaron tener más de nueve mil pesos, que obtuvieron 39.7 por ciento.

Al considerar el número de hijos que integran la familia, se aprecian mejores puntajes para las familias pequeñas (de 1 a 3 hijos = 37.6% de aciertos) que para las grandes (más de 6 = 34.3%), aunque la diferencia no es significativa.

El grado de escolaridad de los padres, los niveles de ingreso, el número de libros que se tienen en casa, el tamaño de la familia y el tipo de escuela a que se asiste (pública o privada, urbana o rural), son factores que se correlacionan estrechamente. Al parecer, el contexto familiar de vida constituye un factor muy asociado con el aprovechamiento escolar; lo que debe tenerse muy en cuenta al planear las políticas educativas. En cambio, la ocupación de los padres fue una variante que no mostró regularidad, y tampoco se aprecian diferencias de consideración al analizar el orden de nacimiento del encuestado (primer hijo, segundo, último, etcétera).

Los alumnos que expresaron estar interesados en carreras del área de ciencias, claramente obtuvieron el mejor puntaje (50.7), al ser comparados con quienes manifestaron su interés en carreras de las áreas de humanidades, administrativas o de salud (34.5, 35.9 y 37.9 respectivamente).

Quienes suelen ver televisión durante un tiempo razonable (una a dos horas diarias) obtuvieron mejores puntajes (39.5%) que quienes no la ven (33.5) o quienes lo hacen con exceso (más de tres horas diarias obtuvieron 35.4). Los que expresaron que su actividad favorita era el deporte puntuaron 35.7, lo cual los coloca por debajo de quienes indicaron como ocupación preferida la lectura (40.5) o la asistencia a cursos (42.8). El tiempo que manifestaron dedicar al estudio por semana, también marcó una diferencia ascendente, que va de una media de 31.4% de aciertos para quienes indican estudiar media hora a la semana, hasta 41.8 para quienes señalan dedicar más de cuatro horas.

A los encuestados se les presentó un listado de cinco temas de química y se les solicitó que indicaran cuántos de ellos recordaban haber sido revisados en clase. Quienes señalaron que ninguno obtuvieron 28.8% de aciertos, los que marcaron uno sacaron 32.2, los que respondieron dos lograron 35.2, los de tres 38.5, cuatro 42.2, y cinco 44.3. Se pudo apreciar claramente que entre más temas reconocieron haber revisado en sus cursos los puntajes fueron mejores, lo que abre una importante consideración.

Conclusión

Analizar los críticos resultados que arroja este estudio y conocer las altas tasas de reprobación que existen en química, nos invita a reflexionar sobre esta problemática. Un problema que enfrenta el sistema educativo de nivel básico es que no está definido qué es lo fundamental; qué enseñar de química, por qué, y para qué, cuándo resulta prudente la enseñanza, qué tanto enseñar en este nivel y qué procedimientos pedagógicos resultan ser los más apropiados. Estos son cuestionamientos que deben estar abiertos a la reflexión.

Es preciso crear una cultura de respeto y preservación del medio, y en este sentido es necesaria la comprensión de los fenómenos químicos. Para ello es muy importante despertar la curiosidad, crear una pedagogía que privilegie el aprecio por el conocimiento y no su desprecio. Así, fomentar el interés y el aprecio por la química desde los primeros ciclos educativos es muy importante, porque el país requiere de profesionales que puedan participar de manera creativa en el desarrollo de la industria de la transformación.

Sería conveniente configurar un planteamiento curricular integrado, que no ofrezca el conocimiento atomizado, en datos enciclopédicos y proporciones desmedidas, dividido por especialidades y sin jerarquías, sino que se formule un planteamiento articulado, comprensivo e incluyente, relacionado con las circunstancias de vida y los intereses propios del educando, en lo que se privilegie el acto de comprender sobre el de aprender, y adquirir competencias sobre conocimientos puntuales.

El sistema educativo debería preocuparse más por desarrollar las habilidades de análisis, reflexión y capacidad creativa. En algunos reactivos se pudo apreciar que no era la falta de conocimientos lo que impedía reconocer la opción correcta, sino más bien una incapacidad para entender y reflexionar cuando aparecen conceptos químicos que no se conocen, pero que no era necesario saberlos. A pesar de lo mucho que se ha insistido en ello (Chamizo, 1993), muchos de los protagonistas del proceso educativo en la secundaria (particularmente los profesores y los inspectores) prefieren la cantidad a la calidad. Se tiene la errónea idea de que cuanto más temas se estudien, mejores alumnos "pasan" a la educación media superior, pero los resultados aquí obtenidos cuestionan severamente dicha idea y muestran que es mejor enseñar bien pocos temas, que muchos mal.

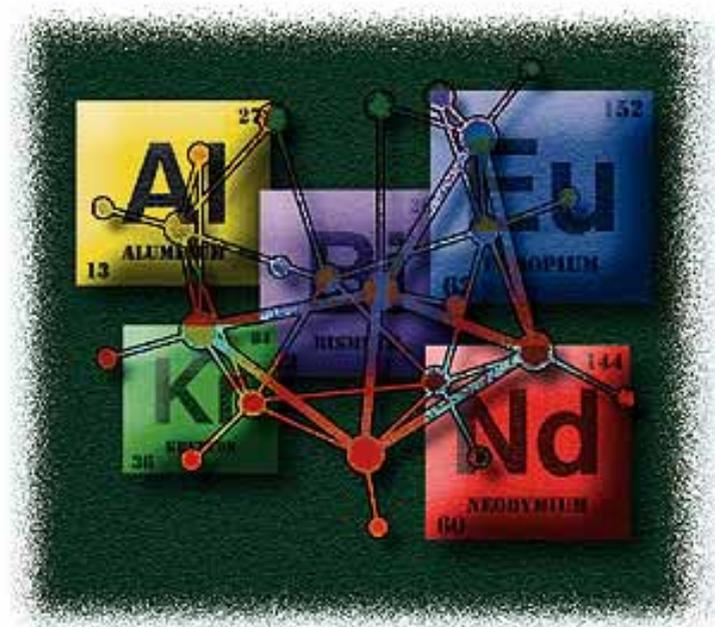
Una consideración muy importante que se desprende de este estudio, es apreciar que existe una serie de factores asociados, como el contexto de vida del educando que influye en el rendimiento escolar. El núcleo familiar y su solvencia cultural y económica parecen constituir factores fundamentales para promover una buena formación

en los hijos; de aquí que la planeación educativa deba reconocer y considerar estos factores, para poder establecer programas con políticas compensatorias que permitan ofrecer condiciones más equitativas en el sistema social.

Nos llamó mucho la atención que quienes se encuentran ya en el nivel de licenciatura y cuyos padres no tienen escolaridad o ésta es muy limitada (primaria o secundaria), obtuvieron puntajes altos (46.4 en promedio), lo que hace apreciar que cuando un estudiante de origen exiguo logra ingresar a niveles de estudios universitarios, su rendimiento es favorable, y esto reafirma la importancia de poder establecer políticas compensatorias, muy en lo particular para tales casos. El análisis del factor de escolaridad de los padres, sugiere que el de la madre es aún más importante para ejercer una influencia positiva sobre los hijos.

En el estudio resulta muy interesante apreciar que una proporción importante (40%) tiene opiniones ambivalentes respecto a la química, y aún más interesante fue observar, contrario a lo esperado, que hay quienes teniendo un buen dominio de los conocimientos de la asignatura, se manifiestan con opiniones contrarias. Al ir apreciando esta situación, en los cuestionarios se nos ocurrió hacer algunas entrevistas a los encuestados, con su previa anuencia; y encontramos que hay quienes precisamente por conocer de la materia estiman que se actúa con muy poca responsabilidad en muchos casos, porque se anteponen los intereses económicos.

Por último, consideramos que las comparaciones internacionales realmente son difíciles de hacer, lo que ya se ha detallado en otro estudio (Tirado & Yeager, 1994), e incluso en el estudio de la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA, 1988), del cual hemos tomado dos reactivos, se señala una serie de resultados que se tornan muy polémicos. Por ejemplo, los niños de primaria de Inglaterra, Hong Kong, Polonia y Singapur, obtuvieron los niveles más bajos en una prueba de ciencias; pero, contrariamente, los estudiantes de bachillerato de Inglaterra, Hong Kong y Singapur, obtuvieron los puntajes más altos en las pruebas de biología,



química y física, y a la inversa, los niños de Finlandia estuvieron entre los mejores, pero los de bachillerato quedaron entre los peores (p.7).

Las comparaciones internacionales son muy complejas, porque no se lleva el mismo sistema educativo en los diferentes países; el orden de los ciclos educativos y la edad en que se cumplen varía de país a país, y además es fácil introducir sesgos de carácter cultural en las preguntas. No obstante estas apreciaciones, consideramos que es muy importante impulsar y desarrollar estudios que nos permitan tener referentes internacionales, pues de este modo se pueden ir construyendo criterios para orientar políticas compartidas de logro educativo.

Esta investigación arroja como resultado el reconocimiento de que el logro escolar dista de ser satisfactorio, y que tiene el poder de la generalización por el tamaño de la muestra (6 591 casos), su diversificación (59 instituciones en ocho estados), y la medida en que se replican los índices encontrados por el Ceneval, en este caso con más de 200 mil participantes. La población mexicana se coloca 10 puntos porcentuales por debajo de la media internacional, distancia que no parece ser muy amplia, y menos si se consideran las limitaciones de recursos de nuestro país. De aquí que estas consideraciones sugieran que el problema de la enseñanza de la química, y aún más, de la educación básica en general, no es sólo una cuestión nacional, sino un problema muy complejo compartido por otros países y, por lo mismo, habrá que seguir generando investigaciones y convocando a una reflexión que permita encontrar nuevos senderos. ●

Referencias

- BCAS (British Columbia Assessment of Science) *Technical Report I*, Province of British Columbia, Canada, 1991, Ministry of Education.
- Chamizo, J. "Hacia una revolución en la educación científica", en *Ciencia*, México, 1994, Academia de la Investigación Científica, núm. 45.
- Chamizo, J. A., y A. Garritz. "La enseñanza de la química en secundaria", en *Educación química*, México, 1993, Facultad de Química-UNAM, vol. 4, núm. 3.
- Chamizo, J.A. *Cómo acercarse a la química*, México, 1995, Conaculta, Noriega Editores.
- _____. "Enseñar lo esencial acerca de lo más pequeño", en *Educación química*, México, 1996, Facultad de Química-UNAM, vol. 7, núm. 1.
- Chastrette, M., y M. Franco. "La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo", en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 9, núm. 3, España, 1991.
- Chiappetta, E.; Waxman y Sethna. "Students Attitudes and Perception", *The Science Teacher*, 57 núm. 4-6, pp. 52-55.
- Espinosa, J., y T. Román. "Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan el rendimiento en ciencias", en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 9, núm. 2, España, 1991.
- Garritz, A., y A. Chamizo. "Una panorámica de la educación de la química en el bachillerato", *Perfiles educativos*, núm. 41-42, pp. 3-17, México, 1988.
- House, D. "Noncognitive Predictors of Achievement in Introductory College Chemistry", *Research in Higher Education*, vol. 36, núm. 4, pp. 473-490.
- IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). "*Sciences Achieve-*

- ment in Seventeen Countries, A Preliminary Report*, Great Britain, 1988, Wheaton & Co. Ltd. Exeter, Pergamon Press.
- Kauffman, G. "Quimifobia", en *Educación química*. México, 1991, Facultad de Química, UNAM, vol. 3, núm. 2.
- Llorens, J. "La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje", en *Investigación en la escuela*, núm. 4, España, 1998.
- Oñorbe de Torre, A., y J. Sánchez. "Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física química I. Opiniones del alumno", en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 14, núm. 2-3, España, 1996, pp. 165-170.
- Ortega, P.; J. Saura; R. Mínguez; C. García de las Bayonas, y D. Martínez. "Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales", en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 10, núm. 3, España, 1992.
- Secretaría de Planeación. UNAM - Colegio de Ciencias y Humanidades, *Seguimiento del Plan de Estudios Actualizado*, Área de Ciencias Experimentales, México, 1999.
- Suárez, L., y López-Guazo. "Enseñanza de la metodología de la ciencia en el bachillerato", *Perfiles educativos*, XVIII, núm. 73, México, 1996.
- Tirado, S. F. "La crítica situación de la educación básica en México", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1986, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, núm. 71, año XII, noviembre-diciembre, pp. 81-94.
- Tirado, S. F., y C. V. Serrano. "En torno a la calidad de la educación pública y privada en México", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1989, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XV, núm. 85, marzo-abril, pp. 37-49.
- Tirado, S. F. "La calidad de la educación básica en México: antes y ahora", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1990, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XVI, núm. 91, marzo-abril.
- _____. "Evaluación de la educación básica con posgraduados", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1992, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XVIII, núm. 104, mayo-junio, pp. 39-53.
- Tirado, F., y A.E. Yeager. "Geographic Knowledge of Mexican Students: Problematic Issues in International Comparison", en *Journal of Curriculum and Supervision*, Alexandria, USA, 1994, Association for Supervision and Curriculum Development, vol. 9, núm. 3, spring, pp. 310-312.
- Tirado, S.F. "¿Un mundo de reprobados?: Qué tanto sabemos de geografía", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1995, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XXI, núm. 121, marzo-abril, pp. 18-24.
- Tirado, S.F., y F.J. Rodríguez. "Educación comparada; México entre otras naciones", en *Ciencia y Desarrollo*, México, 1999, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XXV, núm. 144, enero-febrero, pp. 37-47.
- Tirado, S.F., y U. Hernández. "El valor estratégico del Ceneval. Análisis de indicadores metropolitanos", en *Revista Educación 2001*, México, 2000, Instituto Mexicano de Investigaciones Educativas, núm. 56, enero.

La historia de la vida en la Tierra

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ



La fauna ediacarón estaba dominada por formas de vida con simetría radial.



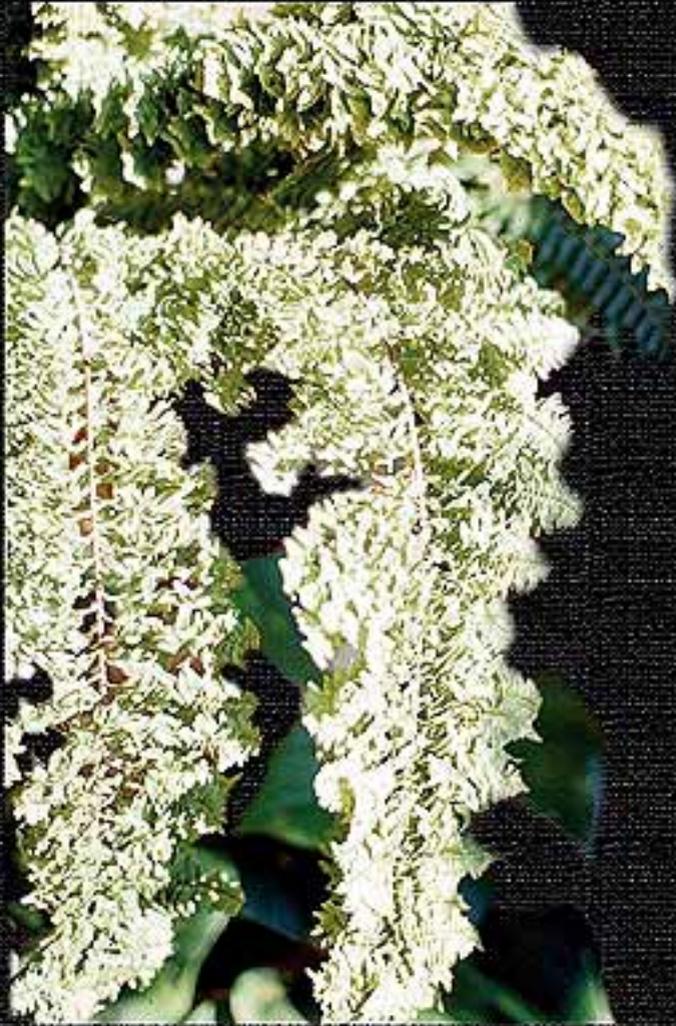
Los peces habitan la tierra desde hace 400 millones de años.

Introducción

Las eras, los periodos y las épocas en que se ha dividido la historia de la Tierra se han descrito ya en lo esencial, pero nuevos descubrimientos han venido a darnos una información más detallada de la evolución de los organismos vivos y de la modificación del planeta.

La primera época, ocurrida luego de su formación, fue muy violenta para la tierra, por la lluvia de meteoritos, cuyos impactos se cree que calentaron la superficie y volatilizaron los océanos, además de la existencia, hasta el día de hoy, de bacterias que crecen a temperaturas de 70°C o superiores a los 100°C, lo cual, aparte de los estudios moleculares, se toma como evidencia de que la vida probablemente surgió en los

mares o charcos calientes de la tierra primitiva. Sin embargo, debido entre otras cosas a la menor luminosidad del joven Sol de aquel entonces, se registra una glaciación hace 2400 millones de años (ma) y otra hace 800-600 ma y las temperaturas se calculan entre -20 y -50°C; los océanos se congelaron a una profundidad de 500 a 1 500 m. Estas glaciaciones están asociadas con latitudes tropicales, a diferencia de las del paleozoico y las posteriores, que se relacionan con latitudes polares. El CO₂ producido por el vulcanismo, además de otros gases, crearon un efecto de invernadero y permitieron que dichas glaciaciones terminaran, lo que pudo provocar un crecimiento explosivo de las cianobacterias que habían evolucionado ya sobre la superficie del planeta.



Los helechos hicieron su aparición hace unos 360 millones de años

Precámbrico (más de 544 millones de años atrás)

Uno de los fósiles más antiguos era la *Grypania spiralis*, con una edad de 2 100 ma, pero en Australia se descubrieron rocas con restos de microorganismos con antigüedad de 3 450 ma y en Groenlandia hay rocas con restos de carbono de 3 800 ma; otros restos de carbono con edad calculada en 3 850 ma refuerzan la idea de que la vida apareció en la tierra desde temprana época, luego de su formación hace 4 600 ma. El descubrimiento de rocas, muy antiguas, como unos gneises del Canadá, con edades entre 3 900 y cuatro mil ma, permite suponer que se podrá documentar mejor la aparición y evolución de la vida en la tierra, ya que si se han conservado rocas, existe la probabilidad de que contengan fósiles o restos orgánicos.

En rocas de 2 700 ma de antigüedad se extrajeron derivados de lípidos presentes sólo en las membranas de las cianobacterias, confirmando así su presencia en la tierra por esa época y también se encontraron esteroides –moléculas características de las membranas de células eucariotas–, lo cual indica que las células con núcleo habían aparecido ya por ese tiempo. Observaciones biogeoquímicas sugieren que hará unos 2 500 ma, el oxígeno alcanzó un 1% de concentración, suficiente para que sobrevivieran seres unicelulares aerobios (el oxígeno producido por los cloroplastos de una célula puede ser utilizado por las mitocondrias de la misma), pero hace 1 800 ma el oxígeno habría llegado a un 10 ó 15%, respecto al nivel actual, favoreciendo la aparición de organismos multicelulares.

En rocas de fosforita de 570 ma, todavía durante el precámbrico, en lo que se conoce como periodo vendiano, se encontraron embriones de esponja de mar, muy bien preservados, y criaturas parecidas a peces de 3 cm de largo con corazón y sistema circulatorio, hallados en Chengjiang, China, y bautizados como *Haikouella lanceolata*; estos fósiles presentan, además, un cordón nervioso y músculos segmentados, característicos de los animales cordados, entre los que estamos incluidos.

Paleozoico (desde hace 544 ma hasta 275 ma)

Los fósiles del periodo cámbrico (de 544 a 500 ma atrás) tienen apariencia de animales raros, pero también hay conchas espirales de moluscos, artrópodos y conchas de bivalvos. Sin embargo, se sabe que a principios del cámbrico hubo una gran extinción de lo que se conoce como fauna ediacarón, por los fósiles hallados en la colina Ediacara, en Australia, que tienen una edad calculada en 590 ma; esta extinción, de hace 540 ma, preservó fósiles parecidos a medusas y plumas de mar, la mayoría con simetría radial, pero también hubo animales bilaterales. Para finales del precámbrico e inicios del cámbrico se registran 280 familias de organismos, pero el registro fósil bajó a 120, lo cual demuestra la gran extinción de especies en esta etapa de la historia de los organismos vivos.

Los análisis de ocho genes de animales vivientes indican que los moluscos, los anélidos y los artrópodos se separaron de los cordados y los equinodermos (erizo y estrella de mar) hace 1 200 ma, lo que apoya la idea de que las células con núcleo habrían aparecido ya por este tiempo, y los embriones de esponja y el *Haikouella lanceolata* indican que la evolución de estas formas de vida transcurrió a lo largo de un gran periodo, antes de que ocurriera lo que se conoce como la explosión del cámbrico hace 540 ma, cuando el registro fósil de animales que proveyeron la base para la diversificación de los bilaterales se volvió abundante, como si dichos animales hubieran aparecido de manera súbita. Para producir los planos del cuerpo de los animales macroscópicos se requiere de mecanismos reguladores en la partición de las regiones indiferenciadas de un embrión dentro de áreas con destino morfogénico específico. Casi todos los taxa de los metazoa (animales multicelulares), con excepción de insectos y vertebrados, comparten mecanismos comunes de especificación embriónica, y esto debe ser de aparición anterior a la divergencia entre cnicdarios y bilaterales y también a la radiación en el cámbrico.

La expresión en patrones de ciertos factores de transcripción constituye un paso inicial, necesario en diversos

procesos morfogénicos, pues en los *Drosophila* hay discos imaginales que son pequeños parches de 25 a 30 células, de las cuales surgirían las alas y patas del adulto, en tanto que para los vertebrados, en esencia, ocurre algo similar. La expresión del gen Hox c-6 demarca la zona que daría lugar a la aleta pectoral de los peces teleósteos, el ala en el pollo y las patas delanteras en ratones y sapos; no obstante las diferencias finales, todos se inician con el mismo proceso de formación del patrón molecular, aunque se ha señalado que podría ser un caso de convergencia evolutiva. Todos los vertebrados estudiados a la fecha tienen múltiples juegos de estos genes, pero en los invertebrados sólo se ha encontrado un juego, por ejemplo, el tiburón *Heterodontus francisci* tiene dos grupos de genes Hox y los estudios filogenéticos indican que éstos se han mantenido sin cambio a lo largo de 800 ma, lo que sugiere un patrón conservado y asociado a sus funciones biológicas. El cambio en las secuencias reguladoras que controlan la expresión espacial de los factores de transcripción que intervienen en el desarrollo, puede determinar transformaciones que afectan los planos del cuerpo. Así, los genes involucrados en el proceso de desarrollo, y el proceso mismo, podrían ser usados para construir muy distintos tipos de órganos y organismos.

En el periodo ordovícico, hace unos 500 ma, ocurrió una gran radiación evolutiva que estableció las comunidades marinas del paleozoico, y entre el ordovícico temprano y medio, la misma ocasionaría la extinción de 250 familias de organismos en el registro de los fósiles, a finales de este periodo. También en el ordovícico se han encontrado esporas con una edad de 476 ma y lo que parecen ser túneles de miriápodos, aun cuando las evidencias más claras indican que las plantas vasculares invadieron la tierra durante el silúrico y el devónico, evolucionando a partir de las algas verdes. De principios del periodo silúrico, hace 432 ma, es el fósil llamado *Pinnatiranosus*, hallado en China, pero los fósiles macroscópicos de plantas terrestres se hacen más abundantes en el silúrico medio, y para finales de éste y principios del devónico hubo formas ancestrales como las *Cooksonia* y *Rhynia*. En dicho periodo aparecieron plantas con tejidos diferencia-

dos, con estomas, hojas y raíces, y se ha establecido la asociación de éstas con hongos micorrícicos, que pudo favorecer la colonización de tierra firme, aunque el avance de las plantas habría sido precedido de otros organismos, como hongos, bacterias y protozoarios; los fósiles de miriápodos de 395 ma y arácnidos de 375 ma, corresponden a este periodo. También del devónico es el *Psarolepis romeri*, un pez óseo fósil, de 400 ma de antigüedad, que presenta características de actinopterigios (peces de aletas con espinas), sarcopterigios (peces con aletas lobuladas) y de placodermos (peces ya extintos). Los actinopterigios incluyen unas 25 mil especies de peces, como el bacalao, y los sarcopterigios, el celacanto y los peces pulmonados; los sarcopterigios se diversificaron durante este periodo y hay pocos rastros de actinopterigios, pero los primeros desaparecen prácticamente durante el silúrico y los segundos se hacen muy abundantes; los tetrápodos evolucionaron a partir de peces óseos, sarcopterigios, por lo que los pulmonados están dentro de nuestra línea evolutiva.

Hace 340 ma, en la frontera del devónico-carbonífero, ya había plantas con semillas; pero durante el último aparecieron también los tetrápodos y los reptiles, y hacia el final, los insectos, hace unos 305 ma, así como las gimnospermas, que se diversificaron, hace 363 ó 290 millones de años.

Durante el paleozoico medio divergieron dos linajes de tetrápodos, uno de anfibios como los sapos, las salamandras y sus parientes cercanos llamados temnospondilos, y otro que es el de los amniotas, que incluye mamíferos, tortugas, cocodrilos, lagartos y sus parientes cercanos, los antracosaurus. Un fósil de anfibio, el *Eucritta melanolimnetes*, de 334 ma, muestra características entremezcladas, lo cual permite suponer que es un ancestro de ambos grupos.

Los primeros bosques al parecer fueron muy atacados por los animales, a los que brindaron nuevos nichos para su expansión, pero poco después, para disuadirlos, aparecería la lignina, resistente al ataque de herbívoros, y sustancias como los flavonoides. La densidad de las raíces y la profundidad del enraizamiento se incrementó del

silúrico al carbonífero, y hubo también un marcado declive en la concentración de CO₂ entre el ordovícico y el carbonífero, atribuido al gran consumo de este gas por parte de las plantas leñosas e iniciaron las edades de hielo de finales del paleozoico. A finales del carbonífero hubo asimismo una gran extinción de especies; sin embargo, el número de familias se elevó de 450 a 600 durante todo el paleozoico, con el surgimiento de corales, braquiópodos articulados, cefalópodos, ostracodos, crinoideos, peces estrella y graptolitos.

Durante el pérmico, entre 290 y 245 ma, ocurrió la decadencia de licopodios y colas de caballo, y hubo otra gran extinción al final de este periodo, que marcaría la transición del pérmico al triásico y también de era, del paleozoico al mesozoico, y es entonces cuando desapareció el mayor número de insectos. Durante este tiempo, hace 250 ma, los continentes preexistentes se unieron y formaron lo que se conoce como pangea, en tanto que hace unos 180 ma comenzó la separación en dos grandes continentes conocidos como Laurasia, al norte, y Gondwana al sur, y entre estas dos masas se originaría lo que hoy se conoce como el mar de Thetys.

Mesozoico (desde hace 245 hasta 130 ma)

Esta era comprende tres periodos, el triásico (entre 245 y 175 ma), el jurásico (175 y 130 ma) y el cretácico (130 a 66.5 ma). Al inicio del primero se dispersó por toda la pangea un ancestro de los mamíferos, el *Lystrosaurus*, que tenía aspecto de reptil; hubo además una disminución en el número de familias, que llegó a 420, pero a finales del cretácico se registran 1 260. Durante el mesozoico se enriqueció el número de especies con bivalvos, gastrópodos, malacostracanos, equinoides, peces óseos y reptiles marinos, mientras que los tetrápodos, sinápsidos, arcosaurus y rincosaurus fueron reemplazados por los dinosaurios a finales del triásico y principios del jurásico, y hace 230 ma las tortugas ya caminaban sobre la tierra, como lo indica un fósil de 55 cm de longitud, llamada *Palaeochersis talampayensis*. El ancestro de los dinosaurios fue un animal bípedo carnívoro terrestre, y

el fósil más antiguo de dinosaurio, un prosaurópodo, fue hallado en Madagascar y tiene 230 ma de antigüedad. El gran éxito obtenido por los dinosaurios, cuando todos los animales de más de un metro pertenecían a este grupo, se debió a la extinción de los tetrápodos a causa del cambio climático global, el vulcanismo y los impactos de meteoritos. El tamaño máximo de los dinosaurios, carnívoros y herbívoros, se logró unos cincuenta millones de años después de su radiación, y a pesar de su éxito nunca desarrollaron planeadores, excavadores y saltadores, formas específicamente adaptadas a pantanos, lagos y ríos u habitat oceánicos.

Las víboras aparecen en el cretácico medio y el registro fósil indica que fueron de tamaño mediano a gigante, pero después evolucionaron a las formas actuales, adaptadas para introducirse en túneles y madrigueras. Estas víboras gigantes sobrevivieron cerca de 90 ma y habitaron en Australia hasta la llegada de los humanos. El impacto de un gran meteorito acabó con el reinado de los dinosaurios, la extinción más conocida, y afectó marcadamente el habitat marino, aunque menos el terrestre, con excepción de éstos y los pterosaurios. Antes del impacto del meteorito en Chicxulub, del que se ha recuperado un fragmento, dichos dinosaurios habían desarrollado plumas para propósitos de anidación, termorregulación y cortejo, como los *Caudipteryx* y *Protoarcheopteryx*, que son anteriores al *Archaeopteryx*. Fósiles recuperados en China dan cuenta de cómo evolucionaron los dinosaurios emplumados, el vuelo y las aves.

Suceso fundamental desde el punto de vista humano es la aparición de los mamíferos, el más antiguo de cuyos fósiles fue hallado en China y tiene 165 ma; se trata de una criatura del tamaño de la rata, adaptada para viajar y con las patas delanteras parecidas a las de los mamíferos, pero las traseras recuerdan a las de las lagartijas, por el modo en que salen de su cuerpo; este mamífero fue bautizado como *Jeholodens jenkinsi*. Las plantas con flores aparecieron también en esta era, y en China se descubrió la *Archaeofructus liaoningensis*, del jurásico superior –hace unos 130 ma–, que está muy bien conservada; otro fósil, reconocido como angiosperma, es el *Bevhalstia*



Pérmico temprano
(hace 260 millones de años)



Devónico tardío
(hace 374 millones de años)



Hace 374 millones de años, a finales del devónico los continentes tenían la distribución de la izquierda; en el pérmico, hace 260 millones de años, formaron la Pangea.



Las plantas con flores, como las orquídeas, han establecido relaciones muy especializadas con sus polinizadores.

pebja, una hierba de 25 cm de altura, con apariencia de helecho y hojas que se parecen a las de las plantas acuáticas modernas –la primera radiación de las angiospermas ocurre a finales del cretácico.

Luego de la extinción de los dinosaurios y del gran cambio ocasionado por el meteorito, algunos animales se recuperaron rápidamente, como lo atestiguan cuatro familias de moluscos que produjeron la proliferación de nuevos taxones; en cambio, otros tuvieron que esperar a que mejoraran las condiciones para prosperar sobre la tierra.

Cenozoico

Esta era abarca unos 66.5 ma; y el primer periodo, el terciario, se inicia en la frontera del cretácico/terciario, en la época del paleoceno, cuando ocurre la segunda radiación de las angiospermas; aunque la gran radiación de los mamíferos ocurre después, los lagomorfos (conejos) habrían aparecido hace unos 90 ma, los cetartiodáctilos (ballenas y artiodáctilos) hace 83 ma y los rumiantes hace 65 ma. A finales del paleoceno –55.5 ma– y principios del eoceno –54 a 36 ma– hubo un calentamiento global, atribuido a la liberación de metano de los fondos marinos, el cual permitió la dispersión y diversificación de los mamíferos, de los que actualmente hay de 4 600 a 4 800 especies vivientes, incluyendo monotremas como el equidna, marsupiales y placentarios –los monos platirrininos aparecieron hace unos 48 ma. Los roedores y los ungulados (como el cordero) constituyen los grupos más diversos de mamíferos herbívoros, siendo en el eoceno cuando más se diversificaron los ungulados, por la existencia de bosques de hojas anchas, como las selvas actuales; durante este periodo también se observa mayor ataque de los insectos a las hojas de las plantas, asociado a una temperatura cálida y una gran productividad. La caída de la temperatura a finales del eoceno provocó un cambio en la diversidad de la flora y la fauna.

Los équidos aparecieron en Pakistán hace 10.5 ma, durante el mioceno, que abarca desde 26 hasta siete ma; y ya hay verdaderas jirafas desde hace 7.5 ma; también de

este periodo son los fósiles de gliptodontes y los megaterios. En Sudamérica, los marsupiales reinaron hasta finales del plioceno (entre 7 y 2.5 ma), cuando ocurrió la invasión de los placentarios desde América del Norte. Durante el mioceno tardío, hace ocho ma, ocurre un intercambio de fauna en las islas del Caribe, que habían sido separadas durante la disgregación de los continentes, y en la frontera entre el mioceno y el plioceno surge otro fenómeno fundamental para nuestra historia, hay un cambio en la vegetación, desapareciendo las selvas y los bosques, se extiende la sabana y los animales deben adaptarse a estas condiciones, es cuando algunos monos dejan los árboles y bajan a tierra para dar origen a nuestros ancestros más directos a lo largo de millones de años. En los últimos 3-2.5 ma, el continente americano formó una sola masa al emerger lo que hoy es Centroamérica, incluida una buena parte del territorio mexicano. Entre el plioceno y el pleistoceno (2.5 ma hasta 10 mil años) aparecen los camellos, los megaterios y los cánidos en Sudamérica, ya en el cuaternario, durante los últimos dos millones de años.

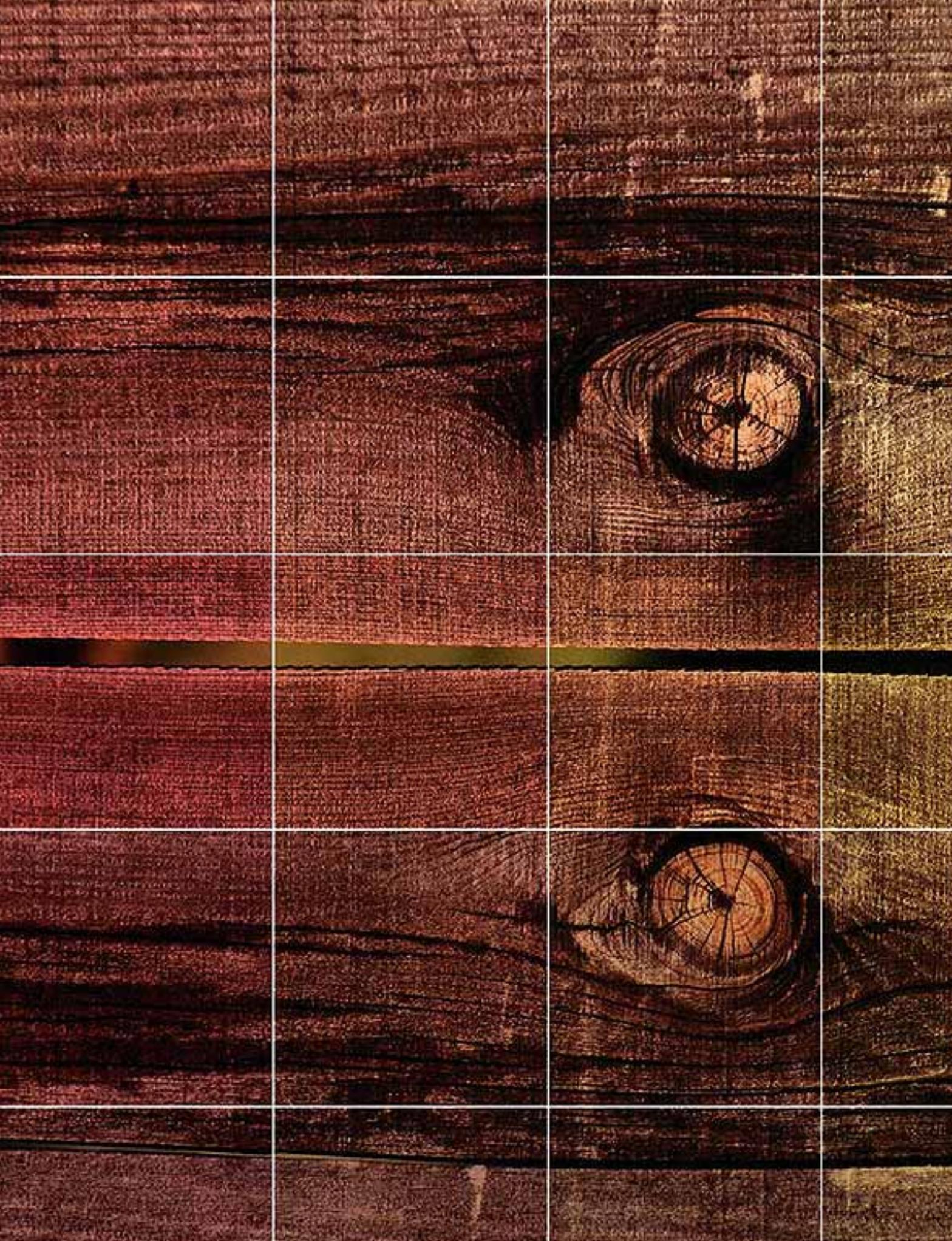
En el pleistoceno existieron perezosos gigantes, animales parecidos a los hipopótamos y a los rinocerontes actuales, osos, tigres dientes de sable y pequeños caballos; los osos pardos (*Ursus arctos*) aparecieron entre 50 mil y 70 mil años, y se dispersaron por Norteamérica hace 13 mil, en tanto que los perezosos gigantes sobrevivieron hasta ser exterminados por el hombre americano. En Australia, la llegada de los humanos, hace unos 50 mil años, coincidió con la extinción de lagartos de siete metros de largo, tortugas terrestres del tamaño de un carro compacto y pájaros gigantes del género *Genyornis*.

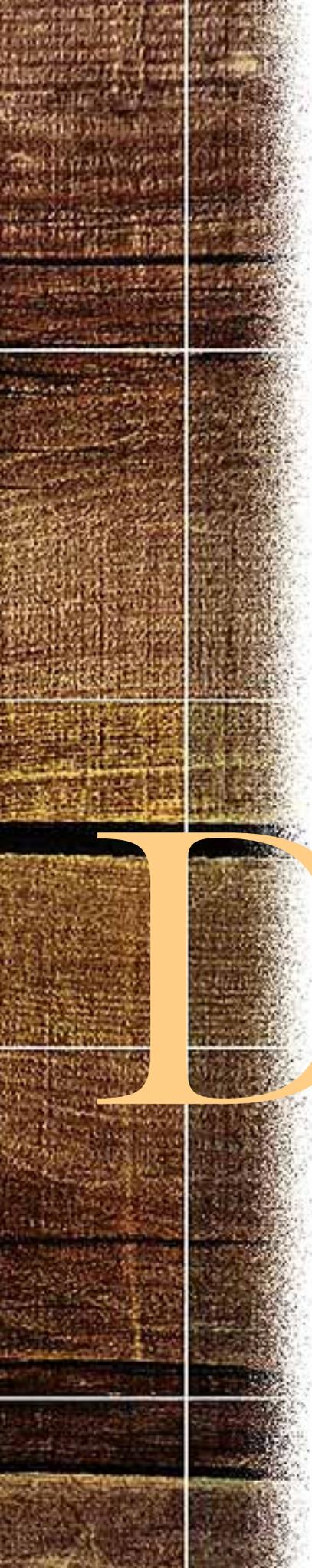
El holoceno, de hace 10 mil años al presente, podemos decir que ha sido dominado por el género humano; la llegada del hombre a tierra americana coincidió con la desaparición de mucha de la fauna existente, como los mamuts, los caballos, los camellos y muchos otros animales ya irrecuperables. El registro fósil contiene 7 186 familias de organismos, y no obstante las grandes extinciones señaladas podemos ver cómo se ha ido diversificando la vida a lo largo de su historia, diversidad que coincide con

la invasión de nuevos habitat y se asocia con la adquisición de nuevas adaptaciones. Al indagar en la historia más remota del planeta y de la vida, profundizamos en nuestra propia existencia; es como si se hiciera tangible esa cuarta dimensión que es el tiempo. 🌐

Bibliografía

- Knoll, A.H. "A New Molecular Window on Early Life", *Science* 285, 1999, pp. 1025-1026.
- Kenrick, P., y P.R. Crane. "The Origin and Early Evolution of Plants on Land", *Nature* 389, 1997, pp. 33-39.
- Benton, J.M. "Diversification and Extinction in the History of Life", *Science* 268, 1995, pp. 52-58.
- Davidson, E.H.; K.J. Peterson, y R.A. Cameron. "Origin of Bilateral Plans: Evolution of Developmental Regulatory Mechanisms", *Science* 270, 1995, pp. 1319-1325.
- Kirschvink, J.L.; E.J. Gaidos; L.E. Bertani; N.J. Beukes; J. Gutzmer; L.N. Maepa, y R.E. Steinberger. "Paleoproterozoic Snowball Earth: Extreme Climatic and Geochemical Global Change and its Biological Consequences", *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97, 2000, pp. 1400-1405.
- Kumar, S., y B. Hedges. "A Molecular Timescale for Vertebrate Evolution", *Nature* 392, 1998, pp. 917-920.
- Sereno, P. C. "The Evolution of Dinosaurs", *Science* 284, 1999, pp. 2137-2147.
- Miller, G.H.; J.W. Magee; B. J. Johnson; M.L. Fogel; N.A. Spooner; M. T. McCulloch, y L.K. Ayliffe. "Pleistocene Extinction of *Genyornis newtoni*: Human Impact on Australia Megafauna", *Science* 283, 1999, pp. 205-208.
- Cerling, T.E.; J.M. Harris; B.J. MacFadden; M. G. Leakey; J. Quade, V. Eisenmann, y J.R. Ehleringer. "Global Vegetation Change through the Miocene/Pliocene Boundary", *Nature* 389, 1997, pp. 153-158.
- Li C.W.; J.Y. Chen, y Tzu-En Hua. "Precambrian Sponges with Cellular Structures", *Science* 279, 1998, pp. 879-882.





Identificación de la madera

RAÚL RODRÍGUEZ ANDA, FRANCISCO JAVIER FUENTES TALAVERA, EZEQUIEL MONTES RUELAS
Y JOSÉ ANTONIO SILVA GUZMÁN

Introducción

Debido a la gran cantidad de maderas nativas que se comercializan en México y aunado a esto las importaciones que se llevan a cabo, se puede encontrar en el mercado maderero del país una extensa variedad de especies con diferentes propiedades, tonalidades (desde colores oscuros hasta blancos) y veteados (desde muy tenues hasta pronunciados). En ocasiones, el espectro de estas características suele ser tan amplio entre las especies, que permiten ser diferenciadas sin problema alguno; sin embargo, no siempre es así, ya que pueden presentarse también impresionantes similitudes en tonalidades y veteados, lo que por consecuencia dificulta su diferenciación e identificación, generándose confusiones, con o sin conocimiento de causa, y venta de una especie por otra de apariencia similar, pero de diferentes propiedades tecnológicas, en la mayoría de los casos a un valor comercial mayor al real, así como uso de las maderas en campos no adecuados a sus propiedades, e incluso demandas legales que argumentan engaño premeditado.



Figura 1. Apariencia visual de la superficie de habillo y primavera.

La problemática en torno a la identificación de las especies de madera es ocasionada justamente por la falta de conocimientos y de herramientas prácticas que faciliten al usuario poder constatar si la especie que está recibiendo es o no, en realidad, la que ha solicitado. Por ello, en el presente trabajo se muestra, en forma breve, un amplio panorama sobre dicha identificación, tratando de que los conceptos aquí mencionados sirvan de orientación a los interesados y al público en general.

Importancia de la identificación de las maderas

Cuando se comercializan grandes volúmenes de madera, las inversiones suelen ser altas y el hecho de cometer equivocaciones en su identificación repercute en cuantiosas pérdidas monetarias para unos y en ganancias para otros, ya que cada especie posee un valor diferente en el mercado y los rangos de precios dependen, precisamente, de la madera de que se trate. Este tipo de equivocaciones suele conllevar, inclusive, conflictos legales graves, y un ejemplo de ello puede darse en la importación, dado que los aranceles están definidos en función de la especie y de la calidad de la misma. Otro ejemplo importante es el caso de los muebles finos y las obras de arte con alto valor, pues utilizar maderas de distintas especies en la elaboración del producto o restauración del mismo implica, por una parte, la pérdida de originalidad de los objetos y, desde el punto de vista

técnico, que el comportamiento físico, mecánico y de durabilidad sea muy diverso, lo cual podría repercutir en problemas posteriores, como el hinchamiento y contracción por el cambio de contenido de humedad o las propiedades de resistencia mecánica, la diferente calidad de los acabados, la compatibilidad con adhesivos y, por ende, en la capacidad de adherencia, la resistencia a la biodegradación, el comportamiento a la corrosión e inclusive la presencia de agrietamientos. Los anteriores son elementos técnicos y económicos importantes, que justifican la necesidad de contar con métodos confiables y prácticos para la identificación de las maderas.

Formas de identificación de la madera

1. Método empírico

Por lo general, para la comercialización, las maderas basan la identificación y la diferenciación de las especies que ofertan en aspectos como el nombre vulgar o, bien, en la apariencia visual de la madera, tomando en consideración factores organolépticos como el color, el olor, la textura, el veteado, etc. Sin embargo, esta forma empírica es muy relativa, porque no da plena certeza de que realmente se está adquiriendo la especie solicitada. Los nombres vulgares cambian de región a región, ocurriendo en ocasiones que a diversas maderas se les denomine de igual manera; en cuanto al color, si bien existen diferencias, también hay similitudes, pues el olor puede transmitirse por contacto, y la textura y el veteado tampoco son elementos suficientes para identificar o diferenciar una especie determinada.

Un ejemplo típico que frecuentemente suele presentarse, aun en personas experimentadas, es la confusión que ocurre entre las maderas de habillo (*Hura polyandra*) y primavera (*Tabebuia donell-smithii*) sinonimia: *Roseodendron donell smithii*, cuya apariencia visual en color y textura es muy parecida entre sí (véase fig. 1). Otro caso similar es el de las maderas de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), ambas parecidas en color. No obstante, el cedro se caracteriza por poseer un olor muy peculiar y la caoba no, pero el olor de éste puede ser

transferido a ella por contacto entre especies durante tiempos prolongados, con lo cual la diferenciación por olor queda anulada (véase fig. 2), de este modo, la identificación de las especies de madera, basada en la apariencia visual, si bien se realiza por personas de mucha experiencia, resulta una forma empírica que no genera la certeza del 100% de confiabilidad.

2. Método científico

Otro método de identificación es mediante el análisis al microscopio de los cortes anatómicos de la madera, por el que es factible evaluar cada uno de los elementos que constituyen su estructura (caracteres microscópicos, como fibras o traqueídas, elementos de vaso, radios, punteaduras, etc.), y sin duda alguna es el más confiable, pero su empleo requiere de la utilización de equipos, técnicas y conocimientos de laboratorio especializados, como por ejemplo, el microtomo para realizar los cortes, las técnicas de tinción para la coloración de las muestras, el microscopio compuesto para las observaciones finales y, aunado a esto, la habilidad para el manejo del equipo y la suficiente experiencia para interpretar lo que se observa en las muestras y en el uso de claves analíticas que conduzcan a la identificación de la especie.¹ Dados los costos, este tipo de metodología se emplea más bien en las áreas de investigación científica o, bien, en casos legales muy específicos.

Otra metodología para identificar las especies de madera es el análisis de sus elementos estructurales desde el punto de vista macroscópico (caracteres como vasos, radios, parénquima, estructura estratificada, etc.), cuya aplicación requiere de infraestructura muy elemental, como una lupa de 10 aumentos, navaja para cortes finos, una pequeña muestra de madera y los conocimientos básicos sobre su estructura, que permitan al usuario observar, identificar y distinguir dichos caracteres, con lo cual se hace factible la diferenciación de la especie de madera. Se considera el método más práctico, por la sencillez de su empleo y por la facilidad de aplicarlo en campo o laboratorio; así, dependiendo de la experiencia del usuario, se logran resultados de certidumbre verdaderamente asom-



Figura 2. Apariencia visual de la superficie de caoba y cedro.

brados. La única desventaja de este método es que su aplicación se limita sólo a maderas latifoliadas.

3. Claves de identificación por computadora

Los esfuerzos para facilitar la identificación de las especies de madera se han fortalecido con el avance de las ciencias en computación y electrónica, especialmente al aparecer el sistema Delta^{2,3} (Description Language for Taxonomy), que es un método poderoso y flexible para el registro de descripciones taxonómicas por computadora, adoptado como sistema estándar en el intercambio de datos por el International Taxonomic Databases Working Group. Dicho sistema se desarrolló dentro del programa de biodiversidad y recursos naturales de la división de entomología de las CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organizations, Australia) durante un periodo de más de 20 años, y actualmente se utiliza en todo el mundo para diversos tipos de organismos, incluyendo virus, corales, crustáceos, insectos, peces, hongos, plantas y madera. Los programas que componen este sistema son de continuo refinados y mejorados, en respuesta a las necesidades de los usuarios, y han sido la base para el desarrollo de importantes claves pioneras en la identificación y descripción de maderas por computadora, como la del Laboratorio de Productos Forestales de Wisconsin⁴ y las del Instituto de Biología de la Madera de la Universidad de Hamburgo,^{5,6,7} todas elaboradas conforme al análisis de los caracteres microscópicos y con la finali-



dad principal de ser aplicadas como una herramienta útil en la enseñanza, y también en la investigación científica de la madera.

Por su parte, los autores, en colaboración con profesores del Instituto de Biología de la Madera de la Universidad de Hamburgo y de las CSIRO de Australia, y con el apoyo del Conacyt, han desarrollado también la Clave de Identificación de Maderas que se Comercializan en México, denominada Cimcomex⁸ y basada también en el sistema Delta/Intkey versión 5.0, pero a diferencia de las anteriormente señaladas, ésta se basó en el análisis de los caracteres macroscópicos, con el objetivo de que fuera una herramienta útil, no sólo para la enseñanza e investigación, sino también para que pudiera ser de utilidad a los usuarios de los sectores productivo, comercial e inclusive gubernamental.

Descripción de Cimcomex

Se trata de una clave de identificación interactiva por computadora, que se basa en la observación y comparación de caracteres macroscópicos de alto valor diagnóstico, específicos de las maderas latifoliadas. Dentro de su banco de información cuenta con

nombres científicos, comunes y comerciales; detalle de las regiones de crecimiento, y datos generales de 104 especies correspondientes a 579 muestras recolectadas en diferentes ciudades e importantes compañías distribuidoras de madera de la República Mexicana, y su empleo requiere de conocimientos básicos para la observación, identificación y descripción de los caracteres macroscópicos; en caso de no contar con ellos, el programa posee un menú de ayuda, en texto⁹ e imágenes, que proporciona los informes necesarios para continuar con los pasos subsiguientes de identificación o diferenciación. Esta característica permite su empleo a cualquier usuario en general, aun sin conocimientos profundos sobre la ciencia y tecnología de la madera. Con el uso de Cimcomex se ha comprobado que, en promedio, sólo son necesarios de cinco a siete pasos para llegar a un veredicto final confiable, aunque el personal experimentado puede lograrlo en menos.

Además de su facilidad de uso, la clave de identificación Cimcomex tiene la ventaja de no limitarse sólo a las maderas incluidas en su banco de información, sino que ofrece la posibilidad de incorporar nuevas especies no consideradas. La edición y corrección del banco de datos es una actividad relativamente sencilla, pues al utilizar los programas del sistema Delta^{2,3} se logra una continua actualización de los datos, aparte de disponerse también de la opción de implantarlos en Internet para consultas en línea.

Usuarios potenciales de Cimcomex

Esta clave de identificación interactiva por computadora ha sido desarrollada con el fin de que resulte útil para los diversos sectores relacionados con los recursos forestales, y cuenta con elementos de sencillez, facilidad de ejecución y uso, que la habilitan como herramienta para identificar de manera confiable las maderas en la industria y las instituciones gubernamentales; sin embargo, dado el rigor científico de la metodología en que se basa su desarrollo, también es apropiada para las tareas de la enseñanza e investigación de la ciencia y la tecnología maderera. 🌐

Terminología

Vasos (poros). Columnas de células axiales sobrepuestas, que forman una estructura tubular continua de tamaño indeterminado, cuya función es el transporte.

Parénquima. Células de forma variable y de paredes delgadas, por lo general de color más claro que los demás elementos celulares; se presenta tanto longitudinal como radialmente, en forma aislada o asociada a vasos, difusa o en bandas.

Radios. Células parenquimatosas, dispuestas

radialmente; por lo general se perciben a simple vista o con lupa.

Estructura estratificada. Conjunto de células ordenadas en hileras o series horizontales, observables en la cara tangencial.

Veteado. Figura determinada por los anillos anuales de crecimiento, parénquima axial y radial.

Anillos anuales de crecimiento. Configurados con madera temprana y tardía, que en maderas tropicales pueden no estar muy definidos.

Bibliografía

- 1 IAWA. *List of Microscopic Features for Hardwood Identification*, IAWA Bulletin n. s., vol. 10, 3, 1989, pp. 325-332.
- 2 Dallwitz, M.J. "A General System for Coding Taxonomic Descriptions", *Taxon* 29, 4, 1980, pp. 1-6.
- 3 Dallwitz, M.J., T.A. Paine, and E.J. Zurcher. "User's Guide to the Delta System. A General System for Processing Taxonomic Descriptions", 4a. edición, 1993 en adelante. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- 4 Espinoza de Pernia, N., y R.B. Miller. "Adapting the IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification to Delta", *IAWA Bulletin*, vol. 12, 1, 1991, pp. 34-50.
- 5 Sloystiobudi, A. *Struktur des Sekundären Xylems und Taxonomie der Südasiatisch-pazifischen Sapotaceae*. *Dissertation*, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg, 1993.
- 6 Richter, H.G., y M. Trockenbrodt. "Computergestützte Holzartenbestimmung unter Einsatz des Delta/Intkey Programmpaketes", *Holz als Roh- und Werkstoff*, 52, 4, 1995, pp. 1-6.
- 7 Heinz, I. "Entwicklung von Systemkomponentes für die Computergestützte Bestimmung von Nadelholzern in Delta/Intkey", *Diplomarbeit*, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg, 1997.
- 8 Silva, G.J.A. *Elaboración de una clave analítica para la identificación de las maderas que se comercializan en México*, tesis de posgrado en ciencia de productos forestales, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, Universidad de Guadalajara, 1998, 130 p.
- 9 Richter, H.G.; G.J.A. Silva, y T.F.J. Fuentes. Versión en español de los archivos de ayuda para Intkey4, véase 4.05 del Sistema Delta. Departamento de Madera, Celulosa y Papel Ing. Karl Augustin Grellman, Universidad de Guadalajara/Institut für Holzbiologie und Holzschutz, de Hamburgo, Alemania. Universidad de Hamburgo, 1997, <http://biodiversity.bio.uno.edu/delta/win32/Changes.txt>
- 10 Silva, G.J.A., y T.F.J. Fuentes. Implantación del programa Delta para el manejo de información de algunas maderas mexicanas de importancia comercial. Resúmenes de ponencias. I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Saltillo, Coahuila, 1993, p. 82.

Breve resumen sobre el origen del Universo, basado en la teoría de la Gran Explosión (Big Bang)



E

l astrónomo inglés Fred Hoyle, conocido defensor de la Teoría Estacionaria del Universo (Steady State Universe), durante un programa de radio mencionó la hipótesis de que éste había surgido de una gran explosión, la denominada Big Bang en inglés, refiriéndose a ella en una forma un poco despectiva; pero he ahí que la prensa en general consideró muy sugestiva esa definición para un público impreparado, circunstancia que el propio Hoyle resentiría, sobre todo porque, sin quererlo, le dio más popularidad a la teoría que él no defendía.

El famoso científico y divulgador de la ciencia Jorge Gamow propuso la Teoría de la Gran Explosión en 1948, y junto con sus colaboradores la desarrolló a partir de que, hace unos 15 mil millones de años, el universo explotó cuando todo él estaba concentrado en un solo núcleo que tenía una temperatura de millones de millones de grados. Años antes esta misma idea había sido esbozada por el abate Lemaître, quien hablaba de algo así como un "átomo primitivo".

La teoría poco a poco fue tomando fuerza entre los astrónomos y astrofísicos y, en 1977, Steven Weinberg, estudioso de las partículas elementales, escribió el libro *Los tres primeros minutos del Universo*, en el cual afirma que su evolución comenzó después de un mil millonésimo de segundo de haber ocurrido dicha explosión, pero no hay aún teoría que explique lo que hubo entre ese momento ($T = 0$) y el instante después.

Al resumir los estudios hechos al respecto podemos sintetizar que, después de un instante de ocurrida la gran explosión (esto es cuando $T = 10^{-43}$ seg), el universo era una aglomeración de fotones y de partículas quark y anti-quark, agitándose y chocando a velocidades cercanas a la de la luz y a una temperatura de 10^{+32} Kelvin; los estadounidenses suelen decir que era una “sopa de quarks”, pero considero que el término de sopa es descriptivo, aun cuando no sea adecuado.

Conforme el universo se fue enfriando, se expandió, su volumen aumentó a 10^{+150} veces el inicial, se formaron los electrones, los neutrinos y sus respectivas antipartículas, suceso ocurrido entre 10^{-35} y 10^{-32} segundos después de la Gran Explosión. Un millonésimo de segundo más tarde, cuando la temperatura había bajado a 10^{+13} Kelvin, surgieron, gracias a la unión de los quarks en tripletes, las primeras partículas pesadas: los protones y los neutrones, al mismo tiempo que los electrones proliferaban, aumentando su número.

Un segundo después, la temperatura había bajado a 10^{+10} Kelvin, la expansión continuaba (inflación cósmica) y los protones y neutrones comenzaron a reunirse y a formar núcleos de deuterio, aunque la energía de los fotones era aún tal, que rompían continuamente esos nucleones recién formados. Tres minutos más tarde, debido a la expansión y al enfriamiento consiguiente, la temperatura bajó todavía un millón de grados Kelvin y los fotones perdieron energía; ya no destruyeron a los nucleones y por ello empezaron a formarse núcleos de elementos ligeros, principalmente de hidrógeno y helio.

Es interesante mencionar que, con el telescopio Hubble, en 1994 se descubrieron rastros de helio en una galaxia de la constelación Ballena, situada a 13 mil millo-

nes de años-luz de nosotros, es decir, cuando el universo apenas contaba con unos dos mil millones de años de existencia. Pero volviendo a nuestra secuencia temporal, quince minutos después de acabar esta primera etapa de nucleosíntesis, el universo siguió expandiéndose y enfriándose pero todavía era opaco, y el espacio, saturado de partículas, interfería con el paso de los fotones.

Después de 350 mil años, la temperatura del Universo había disminuido a 30 mil grados K, dando oportunidad a que la radiación se desacoplara de la materia y, por ende, a que éste se volviera transparente. Fue entonces cuando comenzaría propiamente la “edad de la materia”.

Mil millones de años más tarde, cuando todavía el universo material consistía solamente en nubes de hidrógeno y helio, empezaron a formarse las primeras estrellas que, a su vez, agrupadas conformaron las primeras galaxias.

Jorge Gamow, también en 1948, predijo la existencia de una radiación electromagnética, originada cuando ocurrió la Gran Explosión, radiación que en el presente debería tener, según los cálculos de aquella época, una temperatura residual de cerca de siete grados Kelvin; en 1955, Emilio le Roux había creído detectarla, utilizando equipos alemanes de radar, adaptados para ese fin, y nuevos cálculos indicaron una temperatura de 2.72 Kelvin, aún menor que la predicha por Gamow, pero tuvieron que pasar varios años para que la tecnología se perfeccionara con receptores más sensibles, y fueron los ingenieros de radio Arno Penzias y Roberto Wilson, quienes en los Laboratorios Bell en Holmdel, de Nueva Jersey, detectaron en 1964 dicha radiación mediante una antena de tipo cuerno y un amplificador Maser en longitud de onda de 7.5 cm. Ésta fue llamada radiación fósil de tres Kelvin, y por ello ambos recibieron el Premio Nobel en 1978.

Con todo y la relativa evidencia acumulada respecto a la Gran Explosión, incluyendo las mediciones del COBE (Cosmic Background Explorer) que proporcionó los datos para hacer un mapa detallado al respecto, no todos los astrofísicos la aceptan sin cuestionamiento; de hecho hay algunas teorías que pretenden explicar de otra manera la existencia del universo. De ellas, la menos recien-



te, debida a Tomás Gold y defendida por el ya mencionado Fred Hoyle, que podríamos llamar Teoría de la Creación Continúa o del Universo Estacionario, lo presenta sin principio ni fin, y así, las galaxias se fueron creando para mantener una densidad constante, a pesar de la expansión.

Otra teoría, la del Envejecimiento de la Luz, vislumbrada por Hubble en 1935, aclara que el corrimiento hacia el rojo, según el efecto Doppler debido al alejamiento de las galaxias, puede explicar la expansión de otra manera: una partícula especial, el “bosón escalar”, se originó por la descomposición de los neutrinos provenientes de las reacciones nucleares ocurridas dentro de las estrellas; dichos bosones interfirieron con los fotones y, sin desviarlos, les robaron energía, con lo cual aumentó su longitud de onda, dando por resultado que las galaxias, cuasares, etc., parecieran enrojecer al ser observados a grandes distancias. Sin embargo, la existencia de los bosones no se ha confirmado aún.

A últimas fechas se habla mucho de un universo acelerado, cuya velocidad de expansión crece con el tiempo, pero habrá que comprender y justificar la existencia de las fuerzas de repulsión que podrían producir tal efecto.

Por otra parte, el telescopio espacial Hubble, como se mencionó, ha tomado imágenes de objetos que se hallan a la fantástica distancia de 13 millones de años luz, distancia que en tiempo se aproxima mucho al instante de la supuesta Gran Explosión. ¿Qué tanto más lejos podremos observar? Tal vez no más allá del horizonte luminoso, esto es, aquel trayecto al que van los primeros rayos de luz que salieron en el momento de originarse este maravilloso y sorprendente universo, del que ocupamos una fracción infinitesimal. ●

Durante estos meses, los nublados y los aguaceros en el valle de México son casi diarios y es difícil pronosticar en qué anochecer o madrugada se hallará el cielo despejado; sin embargo, después de una lluvia al atardecer, éste puede aclararse y, por su limpieza, dejarnos ver las constelaciones de verano; entre ellas y sobre nuestras cabezas, al oeste de Vega, la constelación Hércules, con su imponente cúmulo globular M-13, y más al sur, Scorpius y Sagittarius, esta última rodeada de más cúmulos globulares y ambas cercanas al centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea.

Por contraste, en muchos estados del norte de la República se cuenta con gran número de noches despejadas, lo que permite salir al fresco de la noche y gozar de la vista, con las docenas de grupos de estrellas que forman las constelaciones ya mencionadas, como Vega, la principal de la constelación Lira, al este de Hércules. Vega, situada a 25 años luz de nosotros, aparece entre las más brillantes de estos cielos de verano.

Julio

El día 5 ocurrirá un eclipse parcial de Luna, visible en la región de Australia y Nueva Zelanda.

El 9, Mercurio alcanzará su máxima elongación oeste, a 21 grados del Sol, y será visible al amanecer, una hora antes de que éste salga.

El día 15, Venus estará en conjunción con Saturno, y ambos planetas, en la constelación de Taurus, presentarán un bonito espectáculo al amanecer, visible a simple vista.

El día 30, Neptuno se hallará en oposición, es decir, lo más cerca de la Tierra, a 29.1 unidades astronómicas de distancia, que equivalen a 4 350 millones de km de nuestro planeta, visible con telescopio en la constelación de Capricornus.

Agosto

Durante todo el mes, Marte se alejará, en movimiento retrógrado aparente de Antares, la gigante roja si-

Un paseo por los cielos de julio y agosto del 2001

tuada en el corazón de Scorpius y más brillante que ella, pero casi del mismo tono. Con un telescopio mediano se podrá apreciar perfectamente su polo sur.

La astronave automática Odyssey (Odisea), que salió de la Tierra en abril, llegará a Marte en septiembre, con el propósito de reponer el tiempo y la información que se perdieron por el fracaso de las dos últimas misiones al planeta rojizo.

El día 6 en la madrugada se podrá observar un bello espectáculo, por la conjunción de Venus que pasará a 1.2 grados al sur de Júpiter en la constelación Gemini.

El 15, Urano se hallará en oposición, y por ello será el más cercano y brillante que pueda ser visto desde la Tierra.

El día 19, por ser Luna llena y hallarse ésta en perigeo (lo más cerca de la Tierra), ocurrirán las mareas de mayor amplitud, con el riesgo consiguiente para la navegación;

es posible que esta circunstancia, aunada a los fuertes calores, pudiera servir de gatillo para provocar movimientos de la corteza terrestre y, por ende, pequeños temblores.

Lluvias de estrellas

En este bimestre se observarán diez lluvias de estrellas, cinco en julio y cinco en agosto, pero las de julio no serán espectaculares por culpa de la Luna. De las de agosto, sin duda las Perséidas son las más importantes y aunque el "máximo principal" de la lluvia será la noche del 12, por tener dicha lluvia otros "máximos menores" hay que estar atento prácticamente todo el mes. Los mini-aerolitos de las Perséidas penetrarán a nuestra atmósfera con gran rapidez (59 km/s) y muchos, al hacerlo, dejarán blancas, largas y brillantes estelas. ☼

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (para julio 30)

	Ascensión recta	Declinación
Urano	21 horas 44' 21"	-14 grados 24' 00"
Neptuno	20 horas 39' 01"	-18 grados 17' 15"
Plutón	16 horas 50' 06"	-11 grados 54' 27"

Fases de la Luna

	Apogeo día/hora	Perigeo día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora
Julio	9/05	21/15	5/09	13/13	20/14	27/04
Agosto	5/15	19/00	04/00	12/02	18/21	25/14

Ciencia, prensa y vida cotidiana

La universalidad del lenguaje científico trata de derribar los pisos de una torre de Babel, que se levantan sin ánimo de confundir y con el noble fin de conocerlo todo. En esta “Alaciencia” se invita al curioso a asomarse a la polémica que tuvo lugar en nuestro país hace poco más de dos centurias, sobre la aceptación del sistema binario sexual propuesto por el sueco Linneo. El criollo ilustra-

do José Antonio Alzate y Ramírez y el naturalista español vecindado en México Vicente Cervantes sostuvieron con apasionamiento la controversia sobre el uso del español y las lenguas americanas frente al del latín en la nomenclatura binaria de las especies. De acuerdo con Roberto Moreno de los Arcos el debate alcanzó un tono que revela “un momento particular de la historia de la ciencia mexicana y aun de la política de la Colonia”; a este apasionado historiador de la ciencia y a la Universidad Nacional Autónoma de México debemos, por cierto, el rescate de ese y de otro intenso episodio del devenir de la ciencia mexicana, *La polémica del darwinismo en México, Siglo XIX* (1984) y *Linneo en México. Las controversias sobre el sistema binario sexual, 1788-1798* (1989).

El artículo que aquí se recoge procede del segundo libro, y me parece que resulta suficientemente atractivo para tener una idea de la discusión que Alzate y Cervantes sostuvieron entre 1788 y 1790, misma que algunos otros discípulos prolongaron hasta 1798. Fue publicado por el primero con el título de “Botánica” en su *Gaceta de literatura de México* (núms., 4 y 8 del 17 de febrero y 8 de abril de 1788, respectivamente).

...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.

José Joaquín Fernández de Lizardi. *El periquillo sarmiento*

Botánica



Esta ciencia, el principal apoyo de la verdadera medicina para curar las enfermedades, a esfuerzos de quererla simplificar, se presenta de día en día más dificultosa. Perdóneme la memoria del célebre Linneo, si digo que sus profundos conocimientos más han perjudicado al verdadero conocimiento de las plantas que nos han hecho felices. ¿De qué sirve haber formado o establecido un nuevo idioma, si por él no adquirimos los conocimientos relativos a las virtudes de las plantas, que es lo que nos importa? ¿De qué sirve reducir tal o tal planta a tal género a tal especie, si posee virtudes muy opuestas a las que por las apariencias deben comprenderse en cierta clase asignada? En Europa se experimentan infelices resultados a causa de que el perejil y la cicuta son semejantes respecto a su organización.

En Nueva España, por el contrario, nos alimentamos con plantas y frutos que deberían reputarse por venenosos si la legislación botánica fuese cierta. La yerbamora, o *Solanum lethale*, se sabe ser mortífera, y aquí tenemos al costomate, al tomate, al xiltomate y otras especies que se comen a pasto, y que si se debe dar crédito a los botá-

nicos se deben reducir a la clase de la yerbamora; cuántas plantas se pudieran mencionar que, a pesar de las apariencias, sus efectos son diametralmente opuestos; siempre desconfiaba de las reglas de los botanistas; pero éste mi modo de pensar lo reservaba en mí, por no incurrir la nota de temerario. Mas luego que leía el *Viaje alrededor del mundo ejecutado en 1768, 69, 70 y 71*, en que viajó como botánico el célebre Commerson, ya apadrinado con tan respetable autoridad, no temo exponer mi propio dictamen, dice el citado autor, hablando de la isla de Madagascar: "Ésta es la verdadera tierra de promisión para los naturalistas; parece que la naturaleza se ha reconcentrado en ella como en su santuario favorito para trabajar sobre otros modelos diferentes de los de otros países; las configuraciones más extrañas e inesperadas se encuentran a cada paso, a la vista de tantos tesoros esparcidos con profusión en esta tierra fértil, el naturalista queda convencido de que hasta el presente sólo se ha pillado un débil retazo del velo que cubre las producciones de la naturaleza, y es difícil no mirar con menosprecio a estos ofuscados observadores de gabinete que pasan la



DIARIO LITERARIO DE MEXICO.

POR D. JOSEPH ANTONIO DE
ALZATE, TRAMIREZ.

ABRIL 19. DE 1768. AÑOS.

vida en forjar vanos sistemas de botánica; deberían saber que no tienen algún género determinado, que todos sus caracteres clásicos, genéricos, etcétera, son precarios, que todos los límites de demarcación que han querido establecer se desvanecen al paso que las especies intermedias se presentan. Linneo no cuenta si no es casi ocho mil especies de plantas; el célebre Sdherand [¿Sherard?] conoce sería de diez y seis mil, y un calculador moderno ha creído entrever el *maximum* del reino vegetable computando hasta veinte mil especies; por mi parte puedo asegurar haber formado una colección de veinte y cinco mil, y no me precio de haber colectado la quinta parte."

Si Commerson u otros botánicos sus semejantes en el cumplimiento de su ocupación viniesen a Nueva España, qué absortos deberían quedar al ver tantas y tan raras producciones; aunque no soy botánico de profesión, sí poseo grande inclinación a registrar, indagar y solicitar los efectos naturales por conocimientos propios de la racionalidad, en virtud de [lo] que profiero hallarse en Nueva España producciones de la naturaleza que desvanecen y trastornan todas las hipótesis, todos los sistemas de los botánicos hasta el día establecidos; tengo verificado que partiendo de México para el sur, luego que se llega a Cuernavaca, que dista de esta capital diez y seis leguas, la naturaleza es otra en los campos, puesto que caminando por el mismo rumbo hasta el sur, apenas se encuentra alguna planta parecida en su organización a las de los contornos de México. Caminando de México para el norte, ya es otro mundo; en lo que conocemos por Mezquital se registran innumerables plantas, cuya organización es del todo extraña, y se puede asegurar que el Mezquital es el

país de plantas espinosas, ¡pero qué variedad, qué configuración en los troncos, en las ramas, en los frutos, etcétera! Por ejemplar mencionaré la biznaga; ésta es una mole vegetal en que se comprende innumerable variedad, unas en su mayor incremento no llegan al tamaño de una naranja, otras crecen hasta seis varas, de forma que vistas a distancia parecen grandes peñascos. Lo particular de esta planta, que no puede reducirse a clase, género, etcétera, de los establecidos por los botánicos, es que carece de hojas; en el nopal se ven, aunque pequeñas, al tiempo de la vegetación de las pencas; en la biznaga¹ jamás se verifica alguna hoja. He tenido la curiosidad de sembrar la semilla, y he reconocido siempre que el germen brota sin auxilio de las hojas seminales de aquéllas que sirven para surtir alimento a la tierna planta. La biznaga nace en esta forma: se abre la cascarilla que cubre la semilla, y se registra un glóbulo oblongo semejante en su figura a una pera, sigue vegetando tan solamente por la parte inferior que surte la raíz sin el auxilio de hojas seminales; las he trasplantado y he tenido el regocijo de ver su incremento sin el auxilio de alguna hoja. ¿Qué dirán los botánicos, los físicos al leer esta observación obvia, pues suponen las hojas como instrumentos indispensables para la vegetación de las plantas?

Tengo manifestada una planta que rompe las prisiones o axiomas de los botánicos; relacionaré otra que desmiente otra de sus aserciones; aseguran que los frutos no pueden verificarse si las plantas no tienen hojas, porque en éstas se perfeccionan los jugos necesarios para el incremento del fruto; pero esta regla no es general, a causa de que los árboles que nos ministran lo que aquí cono-



emos por ciruelas, para producir el fruto se despojan de todas sus hojas, por esta causa no es expresable el aspecto que representan estos árboles, porque como unos producen ciruelas de color de oro, y otros las del más hermoso rojo, otros con colores intermedios, vuelvo a repetir que en el reino vegetable no se puede observar aspecto que más regocije, porque como los árboles son corpulentos, y se cargan con exceso de fruta, más parecen efectos del artificio que producciones de la naturaleza; en los meses de marzo, abril y mayo se hallan los ciruelos con la fruta madura, cosechada ésta o caída por podrida, los árboles se revisten de las hojas y permanecen así hasta octubre, que despojados de las hojas brotan las flores; luego no es del todo cierto que los jugos se perfeccionan en las hojas para nutrir al fruto.

Para manifestar la excesiva producción de la fruta de los ciruelos manifestaré lo que vi en el pueblo de Santa Ana Xiechuca; en este pueblo de la jurisdicción de Ixtapa no se siembran ciruelos, y creo que tampoco se verifican silvestres, pero un indio había conducido dos plantas que tendrían de alto a lo más tres cuartas, el uno era de fruta roja y el otro de la amarilla, en el primero conté más de seiscientos ciruelas, y para el otro me faltó tiempo por haber anochecido, pero creo que ambas plantas colocadas en uno de los jardines de los potentados de Europa atraerían la atención de los que los mirasen...

No me propongo seguir un mismo plano; mi fin es exponer ideas sueltas para dar a entender los muchos tesoros que la naturaleza tiene vinculados a la Nueva España, porque sé que personas instruidas y por destino arraigadas en la botánica manejarán esto con mayores

luzes, con método exquisito; pero mi afición a la botánica, tan útil al hombre si la circunscribe en los verdaderos límites, me impele a manchar este corto papel.

Sin alejarnos de México, con sólo hacerse cargo del maguey,² se puede componer una larga disertación: veo que Hernández, aquel gran botánico, describió lo que vio, otros le han copiado o han surtido ideas superficiales (deben comprenderse las que nos ministró el autor del *Mercurio Volante*). Sin hacer alarde de botánico, porque no lo soy, puedo asignar más de treinta utilidades que los indios consiguen por medio del maguey, pero esto será en otra ocasión...

Concluiré [que] el fin de reducir las plantas a géneros, a especies, a familias, a clases, no es otro que suponer que las plantas del mismo género o de la misma especie tienen las mismas virtudes; esto es muy falso y funesto en sus resultas. En las vertientes del valle de Toluca para el sur nace una avena del todo parecida a la de Europa en sus hojas, en su tallo y en la simiente, pero las gentes prácticas la nombran solimán, a causa de que las bestias que la comen mueren en pocos minutos; en efecto, vi una mula, que caminando devoró una mata de esta avena, morir atormentada con terribles convulsiones: ¿Si un médico, en virtud de las pretendidas reglas de botánica cosechase de esta avena y la ministrase a un paciente, qué resultas tan funestas experimentaría si fuera partidario de los métodos? Aun se me ofrece otra comparación más sencilla: nadie puede dudar de que la sábila o áloe por su organización es semejante a la de un maguey, la misma configuración respecto a las hojas, al tallo y a las flores, y sabemos que la sábila nos provee el acíbar y el maguey un jugo del que se fabrica azúcar; esta reflexión debe tenerse muy presente por los que se dedican al peligroso arte de conservar nuestra salud o de restablecerla. ●

* [N. del E.]. Se refiere a Bougainville y su viaje en la fragata Boudensa.

¹ A causa de que algunas personas usan de sus espinas para limpiarse los dientes, le han acomodado la voz de biznaga, porque los tallos inferiores a la flor de la planta conocida en España por biznaga, sirven para el mismo fin.

² ¿El maguey es árbol o arbusto?

Esa no te la sabías, Albert

Los escalofríos del Rey Sol

Sol, ya que eres tan parejo para repartir tu luz, habrías de decirle al amo que hiciera lo mismo que tú”, reza la muy bella y muy antigua canción popular mexicana. Antigua ciertamente debe ser, pues si no lo fuera tanto su anónimo autor a lo mejor ya se habría enterado de que el astro rey tampoco es tan parejo como parece.

Desde hace muchos años ya se sabía que la estrella que sirve de eje a este gigantesco carrusel nuestro, que llamamos Sistema Solar, está plagado de irregularidades; en su superficie tienen lugar explosiones inconcebibles y, como buen pelirrojo, está cubierto de pecas, las ya célebres manchas solares, a las que se hace responsables, con justicia o sin ella, de numerosas alteraciones del campo magnético y de las consecuentes anomalías en los sistemas terrestres de telecomunicación.

Por si esto fuera poco, el astrofísico de la Universidad de Arizona, Henry Hill, anunció que el Sol vibra, tiembla y rota, y como consecuencia de sus observaciones en el telescopio solar especialmente diseñado, junto con su colaborador Philip Goode y el joven estudiante de doctorado Randall Bos, Hill afirma que el astro es una especie de bola gigantesca de gelatina incandescente que vibra a la manera de sus dulces e inofensivos congéneres culinarios.

Además de lo anterior, se ve sacudido aquí y allá por una serie de sismos de enorme magnitud, que a lo mejor darán origen a una nueva e insólita disciplina astrofísica, la sismología solar; ésta permitiría deducir un sinnúmero de características hasta hoy desconocidas del interior invisible del Sol, pues nuestra estrella madre, según Hill, también rota sobre un eje, y la velocidad de esta rotación sería distinta a diferentes “profundidades”. Así, las capas más alejadas del centro estarían girando seis veces más lentamente de como lo hace el “núcleo”, y este movimiento de rotación sería el responsable de que tampoco fuera esférico del todo y que su diámetro “ecuatorial” resultara



mayor que el de sus “meridianos”. Al igual que su hija, la Tierra, el Sol estaría achatado por los “polos”.

Una de las más controversiales conclusiones de los descubrimientos de Hill, Goode y Bos, es la de poner en cuestión nada menos que la Teoría General de la Relatividad, porque uno de los fenómenos en los que se basó Albert Einstein para formularla fue el hecho de que el perihelio, es decir, el punto más cercano al Sol en la órbita de Mercurio, se desplazaba lentamente. Dicho “corrimiento”, según el doctor Hill, siempre podría encontrar hoy otra explicación en los curiosos movimientos de un Sol que resultó más jacarandoso de lo que suponíamos.

Así qué, preclaro lector, si en estas vacaciones veraniegas su bronceado no queda todo lo parejito que usted hubiera querido, no culpe a su piel, ni a las nubes, ni a su bronceador. A lo mejor es sólo que la majestuosa bola de fuego de allá arriba anda teniendo uno de sus escalofríos.



Sabia virtud de conocer el tiempo...

Llegaste tarde

En ocasiones varias ya hemos hablado “Deste lado del espejo”, del tiempo, hace tiempo. Se trata de un concepto complejo y misterioso, si es que concepto puede llamársele. Probablemente el más complejo y misterioso de todos, que ha dado lugar a innumerables reflexiones, en todos los tiempos, tanto al hombre de

las cavernas como a los magos medievales, los agricultores, los científicos y los poetas. Y también los prisioneros.

En los albores de los albores, alguien debe haberse inventado esa cosa extraña, el tiempo, para hablar de la vida y la muerte, de la noche y el día. Pronto, muy pronto, tuvieron que aprender la duración de la gestación y, de ahí, mucho después, la de la germinación, y se vieron obligados a entender los ciclos de las estaciones, la llegada del frío y de las lluvias, la crecida de los ríos y la migración de manadas y parvadas.

Eran los tiempos del tiempo natural. Del tiempo que estaba en las cosas, en los astros, las plantas y los animales. Ellos, los otros animales, parecían saber del tiempo bastante más y bastante antes que nosotros, pero ninguno de ellos fue tan animal como nosotros para ponerse a inventar el tiempo artificial. Así, cuando a alguien se le ocurrió subdividir la unidad más pequeña del tiempo natural conocida hasta entonces, la duración del día, las cosas se complicaron irremisiblemente.

Ya en tiempos tan remotos como en el de la Roma clásica, los relojes habían impuesto su tiranía. El gran dramaturgo Plauto, autor de comedias realmente deliciosas, como *Anfitrión* o *Cásina*, escribió, a inicios del siglo II antes de nuestra era:

¡Maldigan los dioses al que descubrió cómo medir las horas!

Y que maldigan igual al que erigió aquí este reloj de Sol para despedazar, infame, mis días en pequeños trozos.

Cuando niño, el reloj más seguro era mi panza, el más exacto.

Fiel me decía cuál era el tiempo de comer y cuál el de cenar.

Hoy, en cambio, por más hambre que tenga, sólo puedo comer cuando el Sol lo indique.

¡Vagamos por las calles, doblados por el hambre!

Los primeros relojes fueron, naturalmente, de Sol, o de sombra, más propiamente. Parece que en Roma eran en realidad abundantes y, si hemos de creer a Plauto, ya influían seriamente en la vida cotidiana de los sufridos ciudadanos. Aquellos primitivos artilugios, sin embargo, no eran isocronos, es decir, la duración de las horas era variable y dependía de la época del año; mucho más largas en verano que en invierno, para suplicio de Plauto. Los soldados de Valentiniano I, por ejemplo, eran entrenados para recorrer el equivalente a treinta kilómetros en cinco “horas de verano”.

No fue sino muchos siglos después, en pleno Renacimiento, cuando la astronomía y la geometría proyectiva permitieron diseñar los relojes de Sol isocronos, es decir, encontrar la inclinación exacta de la varilla que proyecta la sombra, de manera tal que la duración de las horas sea la misma a lo largo de todo el año. Aunque no creo que haya habido nunca relojes de Sol de muñeca, sí llegó a haberlos de bolsillo, me imagino que acompañados de una brújula. Sin embargo, en una cruel paradoja, en ese momento ya habían aparecido los primeros relojes mecánicos y los de Sol pasaron al rango de mera curiosidad, y como era de esperarse, los relojes de Sol exactos llegaron demasiado tarde. 🌞



A toro pasado (solución al torito del número 158)

El ocio, madre de todas las ocurrencias

El ingenio del herrero holgazán

Don Soplete ciertamente erró su profesión. En lugar de ponerse a cortar y a soldar como corresponde a un herrero atingente, se pasó la tarde haciendo matemáticas y dándole vueltas a la cadena de Wig.

Cuando el muchacho llegó en la nochecita por sus eslabones, se encontró con que el menestral había cortado sólo uno:

“¿Qué pasó, mi Soplos, no que muy tiro? Apenas lleve uno... y yo quería llevárselos a mi jefa mañana por la mañana, que es San Nixtamal.” Don Soplete replicó con una sonrisa burlona que revelaba su enorme satisfacción: “La chamba ya está terminada, y con eso tiene para pesar lo que ella quiera”, añadió mostrándole orgulloso el producto de su trabajo, más mental que físico.

Don Soplete había cortado el cuarto eslabón, y sobre la tosca mesa puso los tres pedazos resultantes: el de un

solo eslabón, otro de tres y otro más de nueve. “No maestro, no entendió usted nada –dijo el joven entre contrariado y divertido–, tienen que estar todos sueltos para que sirvan...” “El que va a quedar suelto eres tú, y no de la cabeza... Yo no sé de qué chihuahuas les sirve la escuela... Todo lo que va a tener que hacer tu mamá es poner a veces algún pedazo de cadena en el platillo de la balanza donde van las tortillas. A ver, ven...”, y le mostró la tabla que había garabateado en el dorso de una factura de varillas.

Una vez organizados y descifrados sus jeroglíficos, la tabla de don Soplete queda así:

Kilos a pesar	Número de eslabones en el platillo de las pesas	Número de eslabones en el de la mercancía
1	1	0
2	3	1
3	3	0
4	3 + 1	0
5	9	3 + 1
6	9	3
7	9 + 1	3
8	9	1
9	9	0
10	9 + 1	0
11	9 + 3	1
12	9 + 3	0
13	9 + 3 + 1	0

“La pesa corrediza la vas a usar nomás para las cantidades fraccionarias y para llegar a catorce. ¿Cómo te quedó el ojo?... el de enmedio, digo...”

“No, pos que ni qué...” acertó a balbucear el Wig boquiabierto”, y añadió sin quitar la vista del papel: “¿Me puedo llevar la tabla pa’ que se la aprenda mi ‘amá’?”

“Seguro, m’ijo; pa’ eso es. Nomás págame. Dame cinco pesos, lo que es de un solo corte. Por pensar no cobro”, añadió, modesto y petulante al mismo tiempo, el sabio herrero, dejándose caer sobre la silla; la echó para atrás, cruzó las manos tras la nuca y entrecerró los ojos, exhausto y satisfecho tras una jornada de fructífera labor. ●

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*
 Av. Constituyentes 1046, 1er. piso.
 Col. Lomas Altas
 Del. Miguel Hidalgo
 México 11950, D.F.

o por medio de fax, al número (01) 5327 7400, ext. 7723. En cualquier caso, no olvide encabezar su envío con la acotación: *Deste lado del espejo*.

Respuestas acertadas al torito 157:

José Inés Bazán Mota	Tecomán, Col.	Homero Renato Gallegos Ruiz	San Cristóbal de Las Casas, Chis.
Jorge A. Esquivel León	Mérida, Yuc.		
Fernando Alpizar M.	México, D.F.	Jorge Rojas Ramírez	México, D.F.
Francisco Escamilla	México, D.F.	Juan Ramón Fregoso Vázquez	Ameca, Jal.
Israel Águila Pérez	Tlaxcala, Tlax.	José de Jesús Galván Barahona	México, D.F.
Mercedes Camacho P.	México, D.F.	Rafael Gálvez Garduño	México, D.F.
Aarón A. Sánchez López	Mérida, Yuc.	Damián Ramos Torres	México, D.F.

En el sorteo realizado para el número 157 resultó ganador **Aarón Alvar Sánchez López**, quien recibirá a vuelta de correo el lote de libros correspondiente. ¡Felicidades!

El torito

A ver, pregúntamelo de otra manera

(o contéstamelo, que es lo mismo)

Si es usted un lector tan fiel como antiguo de *Ciencia y Desarrollo*, recordará sin duda este torito. Lo publiqué hará unos diez años, en el número 99 ó 100 de *CyD*, en los pininos de “Deste lado del espejo” (se ha de tratar sin duda de uno de mis preferidos). Esta será la primera vez, a lo largo de todo un decenio, en que repetiré un torito. Pero, aguas, si éste es el mismo, la respuesta no deberá serlo.

Entendámonos. Primero déjeme volver a plantearle la cuestión. Es usted un explorador mexicano en África (me consta que los hay) y es capturado por una tribu caníbal (no me consta) de aspecto feroz. Me lo encierran en una choza, en espera de ser condimentado. La barraca tiene dos puertas, cada una vigilada celosamente, desde adentro, por sendos y apuestos centinelas. Antes de invitarlo a pasar a la cocina en calidad de vianda, entra al aposento el caníbal jefe, quien se acaba de enterar de que es usted mexicano, y como él tuvo el honor (palabras suyas) de estudiar un posgrado en relaciones internacionales en la Universidad Autónoma de Puebla, le va a dar un chance de salvarse. Detrás de una de las puertas se encuentra un helicóptero con piloto incluido. Si sale por esa puerta, se habrá salvado; se podrá subir a la nave y pintarse de colores (como ellos). Detrás de la otra está el perol listo, con cocinero incluido, y si sale por ahí está usted frito (textualmente). Para saber cuál es la puerta buena (si no es usted masoquista, la del helicóptero) podrá hacer una pregunta, una sola, a cualquiera de los dos vigilantes, que saben bien qué hay detrás de cada puerta. El guardia elegido sólo responderá con un sí o un no. Hasta ahí todo parece razonable. El chiste está, le explica (en perfecto español) el ex alumno de la Benemérita, en que uno de ellos siempre dice la verdad y el otro siempre miente. Usted, por supuesto no sabe cuál es cuál. Dicho lo anterior, el jefe se despide cortésmente, no sin antes asegurarle que por una vez no le pesaría volver a comer arroz con plátano (cosa que usted no acaba de creer). Por supuesto, la pregunta es cuál es la pregunta.

¿La recuerda usted, aplicado lector? Si no, yo se la digo. “Si le pregunto a tu compañero si detrás de esa puerta (y señala una) está el helicóptero, qué me dirá?” Si contesta que sí, salgo por la otra, y si dice que no, pues por esa. El esquema lógico de la cuestión (una vez que lo conoce uno) es bastante simple: tanto la verdad sobre una mentira como la mentira sobre una verdad, son ambas mentira. Es este un torito clásico y hartamente conocido; lo he planteado y escuchado muchas veces, y cuando alguien acierta ha sido siempre con la misma solución.

Pero resulta que, recientemente, un alumno de la Facultad de Ciencias de la UNAM al que se lo propuse me dio una respuesta del todo distinta. Yo (con aire superior) le dije enseguida que era incorrecta, pero cuando me puse a demostrárselo, me di cuenta (estupefacto) de que el equivocado era yo. Su solución era perfecta, impecable.

Este es, pues, el torito esta vez. ¿Podría usted decirme, agudo lector, cómo formularía la pregunta clave de manera directa (sin alusiones), sin que contenga la fórmula “qué me diría el otro si...” u otra equivalente? Ahí se lo dejo. A ver si como ronca duerme. Aunque dado lo dramático de su situación, más le vale ni dormir ni roncar; de lo contrario el jefe disfrutará de un delicioso platillo (en el que el arroz y el plátano serán el acompañamiento). ●



¿Recordamos vidas anteriores?

La creencia en la reencarnación posee gran atractivo para múltiples personas que no se conforman con que su existencia se limite al plazo concedido por la naturaleza. A favor de esa posibilidad se ha recurrido al argumento de que, bajo hipnosis, es posible recordar vidas anteriores, y muchos terapeutas practican el método de la regresión hipnótica para tratar de curar a los pacientes de sus malestares psicológicos, enfocando sus problemas como si fueran el resultado de traumas, faltas o errores cometidos en alguna vida anterior. Se han analizado varios casos de personas que aseguran recordar una existencia previa, pero en todos ellos se ha observado que el sujeto pudo obtener la información manifiesta en sus regresiones, a partir de las experiencias de su actual existencia. En ningún caso se ha podido comprobar que una persona sea capaz de recordar un idioma desconocido por ella, o información histórica novedosa y verificable de la época en que pretende haber vivido.

Aparte del hecho indiscutible de que los recuerdos, tanto a corto como a largo plazos, se almacenan en el cerebro por medios materiales como son los impulsos electroquímicos o puramente químicos, y que la memoria de todo tipo se aniquila con la destrucción traumática de estos archivos en el ser humano, no se ha podido demostrar la existencia de una memoria inmaterial, que pueda heredarse en una encarnación posterior, a pesar de haberse llevado a cabo experimentos clínicos controlados en un número significativo de sujetos, que ponen a prueba la hipótesis de que bajo hipnosis podemos experimentar regresiones a vidas anteriores.



Se ha demostrado que aun la regresión a etapas de la infancia de la persona hipnotizada representa una gran componenda confabulatoria del sujeto; es decir, que él mismo inventa o fantasea respecto a cómo debería expresarse o sentir un niño pequeño. Barber, Spanos y Chaves documentan en un estudio de 1974 que los individuos sometidos a regresiones no presentan una recuperación real de las características cognoscitivas, perceptivas o emotivas del infante normal.

Uno de estos investigadores, el psicólogo clínico Nicholas P. Spanos, de la Universidad Carleton en Ottawa, Canadá, llevó a cabo un experimento muy revelador sobre el supuesto recuerdo de vidas anteriores bajo hipnosis. Primero se pusieron a prueba 110 sujetos, para determinar su sensibilidad a la sugestión hipnótica y se les aplicó la técnica de regresión, pidiéndoles retroceder en el tiempo hasta antes de haber nacido, además de solicitarles que describieran dónde estaban y quiénes eran. 35 de los sujetos afirmaron hallarse en una vida anterior, y todos señalaron que eran personas distintas y que vivían en otra época, siendo sus descripciones muy vívidas. Se observó que la mayor parte de estas personas creía previamente en la reencarnación y casi todas referían que en esa vida pasada poseían igual clase social, sexo, edad y raza a los que en realidad tenían; además, sin excepción, todos afirmaron que su personalidad pasada pertenecía a la cultura occidental.

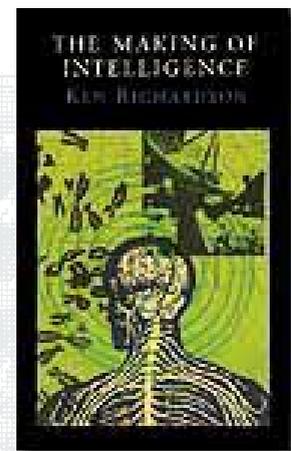
En un segundo experimento, con un número equivalente de sujetos, se dividió a éstos en dos grupos, uno de control, a cuyos miembros nada se les comentaría antes de la regresión, en tanto que al otro se le proporcionaría

una sugestión adicional, aclarándoles que no era raro que las personas en regresión ocuparan cuerpos de otro sexo, raza o clase social, y que bien podrían estar viviendo en una cultura exótica. Al grupo de control no se le dio información alguna sobre lo que deberían esperar de su persona en otra vida pasada, y ocurrió que, después del experimento, los sujetos del grupo de la sugestión adicional mencionaron significativamente una o más características sobre las que se les había advertido.

Se investigó a continuación si los sujetos podían mencionar datos históricamente correctos sobre la época en que aseguraban vivir, y la mayoría proporcionó información errónea con mayor frecuencia que la correcta, errores que habría sido imposible que cometiera un habitante de la época y del lugar en cuestión. Así, uno aseguraba haber sido piloto japonés durante la segunda Guerra Mundial, pero desconocía el nombre del emperador del Japón y afirmaba que 1940 era un periodo de paz para ese país (que estaba en guerra contra China, Inglaterra, Holanda y Australia, aunque no todavía con los Estados Unidos). Otro sujeto afirmó que era Julio César "emperador" de Roma, y que vivía en el año 50 de nuestra era. Pero César nunca fue coronado emperador y murió en el año 44 antes de Cristo. Además, en esa época nadie denominaría al año en curso como "50 después de Cristo", sino que se hubiera referido a la era que parte desde la fundación de Roma. Se determinó que los detalles de las fantasías de estos individuos habían sido extraídos de experiencias de su vida actual, y el que se creía reencarnación de Julio César informó haber estudiado con interés la historia antigua de Roma. 🌀

La creación de la inteligencia

CÉSAR MEDINA SALGADO



Richardson, Ken. *The Making of the Intelligence*, Londres, 1999, Weidenfeld y Nicholson, 218 p.

Desde hace mucho tiempo el hombre se ha preguntado ¿qué es la inteligencia? Las posibles opciones de respuesta a este cuestionamiento son diversas, y sus argumentaciones comprenden desde aspectos psicomotores hasta rasgos étnicos y raciales. Este poliedro de explicaciones es el que anima al profesor Ken Richardson a escribir la obra que aquí se presenta. Richardson se encuentra adscrito a la Universidad Abierta del Reino Unido, y actualmente labora en el Centro de Aprendizaje y Desarrollo Humano de esa institución. Entre sus trabajos publicados se encuentran *Entendiendo la psicología y los orígenes de la inteligencia y del potencial humano*, y *La creación de la inteligencia*, en la que Richardson emplea ocho capítulos para dilucidar los diversos caminos generados por los psicólogos en torno al tema: 1. Las distintas caras de la inteligencia. 2. El coeficiente de inteligencia (CI) y la construcción errónea de la inteligencia. 3. ¿La biología tiene la clave?, búsqueda bio-

lógica de la inteligencia. 4. Cálculos y conexiones. 5. Sistemas inteligentes. 6. Inteligencia constructiva. 7. Inteligencia social, y 8. El cerebro inteligente. Además, incluye un epílogo que contiene diversas ideas para promover la inteligencia humana.

Quizá las ideas más provocativas de Richardson se refieren a la precisión relativa de las distintas pruebas psicológicas que pretenden medir el CI de las personas, y para justificar su posición un tanto escéptica respecto a las mediciones analiza de manera sintética la trayectoria histórica que ha permitido construir una batería de pruebas psicológicas en torno a dicho coeficiente intelectual. Así, nos conduce hacia una pléyade de filósofos y científicos que han tenido esta preocupación, larga lista que incluye a Platón, Sócrates, Sir Francis Galton, Francis Binet, William Stern, Lewis Terman, Henry H. Goddard, Cyril Burt, David Wechsler, Charles Spearman, Richard Herrnstein, Charles Murray, Philip Vernon, J.P. Guilford,

R. C. Geary, John B. Carroll, E.G. Boring, Douglas Detterman, Robert Sternberg, R. L. Thorndike, Theodore Micceri, E. P. Hagen, Allan Hanson, Stephen Ceci, Jean Piaget, Jeffrey Liker, James Flynn, y J. Philippe Rushton.

Del conjunto anterior de autores es pertinente destacar algunas ideas, como las de F. Galton, quien consideraba que la inteligencia es una fuerza física y, en consecuencia, algo posible de medir y clasificar. Así se construyeron desde una perspectiva evolucionista, las bases de lo que en el futuro se convertiría en la prueba de coeficiente intelectual. Hacia 1912 contribuyó a la medición del CI el psicólogo alemán William Stern, quien propuso un indicador basado en el resultado que se obtiene al dividir la edad mental entre la edad cronológica del individuo, multiplicada por cien, marcando con este hecho la primera prueba moderna de la inteligencia. Algunos resultados obtenidos con estas pruebas que buscan la medición del CI se han usado con intereses discriminatorios o xenofóbicos, y un caso que apunta en ambos sentidos fue el de Henry H. Goddard al traducir al inglés, en 1910, la prueba de Binet (que pretendía medir los defectos mentales). Goddard estaba interesado en los débiles mentales (término empleado en los Estados Unidos para designar esta discapacidad mental), y como una de sus conclusiones argumentaba que debía impedirse la reproducción de dichos individuos, ya que en ellos había encontrado una serie de elementos genéticos inherentemente relacionados con esa patología.

Goddard también informó que existían tendencias relativas, asociadas con los componentes raciales y la debilidad mental, y así, determinaría una serie de valores medios para este padecimiento, de 83% en los individuos de procedencia húngara, de 79% para los italianos y de 87% para los (otrora) rusos. Estos datos tuvieron tal impacto, que rápidamente fueron adoptados como parámetros de control por las autoridades estadounidenses de migración y se condensaron en una ley en el año de 1924. Dentro de las argumentaciones en contra de algunas pruebas consideradas como sólidas en sentido estadístico, destaca el ataque de Theodore Micceri a la famosa campana de Gauss o curva normal, en su obra deno-

minada *El Unicornio, la curva normal y otras criaturas improbables*, en la que registra los resultados obtenidos en más de 400 pruebas aplicadas en escuelas, universidades y centros de trabajo de la Unión Americana, concluyendo que todas describían un comportamiento significativamente diferente al de una distribución normal.

Otros investigadores han demostrado que los resultados obtenidos en pruebas que miden la velocidad de la escritura a máquina, o en procesos biológicos, como la agudeza visual y el promedio del metabolismo basal del cuerpo, no siguen una distribución normal. En este sentido, Richardson opina enfáticamente que la curva normal parece ser un mito en lo que al CI se refiere, y con ello devasta casi toda inferencia que pueda realizarse. Pero esta posibilidad es virtualmente ignorada en la literatura que se ocupa de la determinación del CI (p. 39). Quizá la conclusión más contundente de Richardson, parafraseando a Thomas Bouchard, sea aquella referente a los libros que publicó Galton hace más de un siglo. Al respecto, Bouchard afirma que, con algunos cambios menores, éstos tendrían gran similitud con los que se publican en la actualidad (p. 53).

A fin de cerrar la presente reseña cabe destacar algunas ideas en torno a los sistemas genéticos y sus regulaciones epigenéticas (epigenésis: fuera o más allá de los genes). Dentro de dichas regulaciones existen algunas que desembocan en un desarrollo canalizado por la influencia del medio en los procesos adaptativos del sujeto, y un ejemplo de ellas puede ser la ausencia o presencia de una presa o de un predador para una especie en específico; además, existe otro, conocido como desarrollo flexible o plasticidad del desarrollo, que responde a estímulos puntuales (una especie de gradiente) y que no afecta a toda la especie, sino a un sujeto en particular. En el ser humano esto se puede observar en el córtex del cerebro. Las regulaciones genéticas parecen determinar la forma y distribución en capas de las neuronas corticales, de acuerdo con los tipos de cálculo que realizan. Pero las respuestas apropiadas de los circuitos locales y la mayor diferenciación del córtex en áreas especializadas parecen determinadas por la experiencia real de cada individuo. 🌐

XIII Congreso Anual de la ADIAT

Boca del Río, Ver. El ingeniero Jaime Parada Ávila, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), señaló hoy la necesidad de borrar las fronteras que separan a la ciencia de la tecnología en México.

Ante aproximadamente 300 asistentes al XIII Congreso Anual de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT), el titular del Conacyt mencionó que las líneas divisorias han hecho mucho daño tanto a científicos como a tecnólogos, y añadió: "Nos debe unir un esfuerzo común, reconociendo que según la visión moderna del quehacer del conocimiento ya no tiene validez el aislamiento; se requiere del trabajo multidisciplinario de científicos y tecnólogos para solucionar problemas cada vez más complejos."

Así, propuso la desaparición de las fronteras entre la ciencia y la tecnología, además de plantear la producción del conocimiento como nuevo reto para las causas de interés nacional y los problemas tecnológicos operativos y de competitividad del sector productivo. El gran reto es explicitar las demandas de la sociedad y poner a funcionar la capacidad instalada para resolverlas.

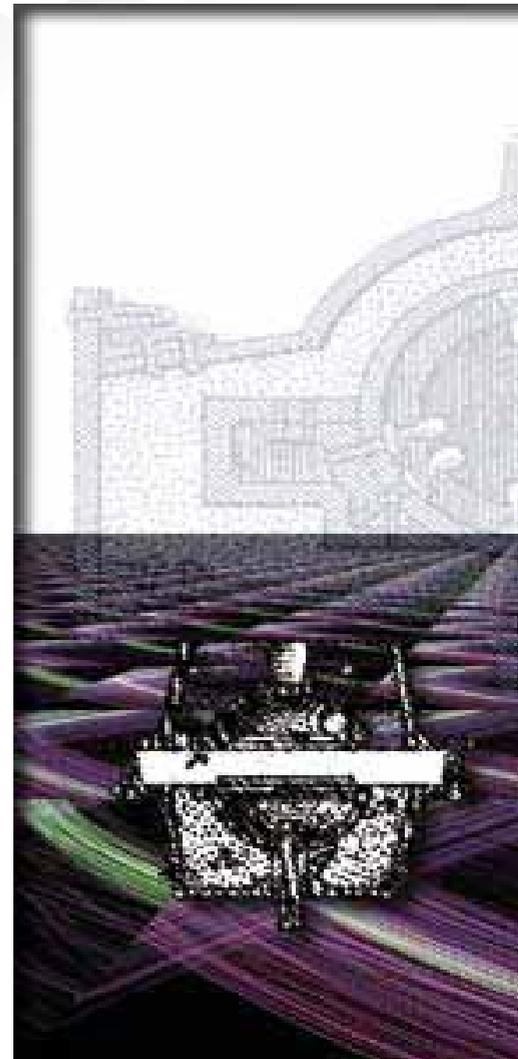
El director del Conacyt expresó, por otra parte, que se buscará el establecimiento de nuevos centros de investigación en áreas estratégicas o prioritarias, pero la definición de éstas no le corresponde al gobierno sino que debe ser resultado de un conjunto de atributos, entre los cuales el ingeniero Parada mencionó la necesidad de que el área de conocimiento cuente con capacidad instalada que pueda potenciarse rápidamente y que tenga un impacto multisectorial en la economía y en el quehacer nacional.

Asimismo, señaló como necesaria la existencia de una planta industrial productiva que sea capaz de transformar ese conocimiento en oportunidad para nuevos negocios que ofrezcan crecimiento y bienestar al país, y que en el entorno internacional nos permita aspirar a la competitividad, y como ejemplo de las áreas que en México reúnen estos atributos mencionó la biotecnología, la informática y el desarrollo del *software*, los materiales avanzados y los sistemas de manufactura para la pequeña y mediana empresas. "Nos proponemos –dijo– hacer consorcios con conjuntos de empresas interesadas en invertir en estas áreas, y el primer ejercicio de este tipo se llevará a cabo en biotecnología."

El titular del Conacyt manifestó, que con fondos concurrentes de las secretarías de estado y del propio Consejo se buscará multiplicar los recursos, tanto para explicitar las demandas de áreas temáticas como para financiar a científicos y tecnólogos en la resolución de los problemas identificados.

De esta manera se logrará que los titulares de las dependencias del gobierno federal consideren la ciencia y la tecnología como una tarea sustantiva, de obligación y responsabilidad, y que también adviertan de manera muy amplia y completa que hay capacidad en los centros de conocimiento del país para resolver problemas concretos. A este respecto, el ingeniero Parada refirió que el titular de la Secretaría de Energía tiene el compromiso y la voluntad de destinar el uno por ciento de las ventas de Pemex y de la Comisión Federal de Electricidad a modernizar la tecnología del sector energético. "Esto habla por sí solo –añadió–, ya que dichos recursos significan el doble de los que actualmente maneja el Conacyt."

El ingeniero Parada desarrolló el tema sobre "El Programa Nacional de Ciencia y Tecnología", inmediatamente después de que el ingeniero Marco Polo Bernal Yarahuán, subsecretario de Educación e Investigación Tecnológica de la Secretaría de Educación Pública, en representación del presidente Vicente Fox, declarara inaugurados los trabajos del XIII Congreso Anual de la ADIAT. 



Reunión de Comités de Evaluación de Investigación del Conacyt

Cocoyoc, Mor. “La única oportunidad que tiene México para desarrollarse es el conocimiento, por ello, debemos lograr que las investigaciones ayuden a resolver los problemas que enfrenta actualmente nuestro país”, afirmó el doctor Alfonso Serrano Pérez Grovas, director adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Ante aproximadamente 100 asistentes a la

tercera Reunión Foránea de Comités de Evaluación de Investigación del Conacyt, que tuvo lugar en Cocoyoc, el doctor Serrano explicó a los investigadores que el propósito fundamental de la nueva administración del Consejo es convencer a la sociedad mexicana de que vale la pena invertir fondos en ciencia y tecnología, y mencionó que este año el Conacyt tiene un presupuesto de poco más de tres mil millones de pesos, es decir, mil millones menos que el año pasado, cuando contaba con cuatro mil millones de pesos. Agregó que para solventar el bajo presupuesto, la estrategia fundamental se centra en utilizar las herramientas que enuncia la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, que regula el apoyo del Estado a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

La Ley establece una serie de principios bajo los cuales el Estado debe apoyar a la ciencia y a la tecnología como una cuestión prioritaria; menciona que todos los apoyos deben ser evaluados y que estas evaluaciones deben tomarse en cuenta para posteriores apoyos. Todos estos procesos relacionados con los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico tienen que ser bajo bases competitivas y tratando de determinar el mérito y la calidad de los proyectos.

Señaló que la anterior es la única forma en que el gobierno federal puede apoyar proyectos

de investigación y desarrollo tecnológico. Asimismo, la Ley establece una serie de herramientas que pueden ser usadas para lograr este apoyo, que son los fondos sectoriales, mixtos, internacionales e institucionales del Conacyt.

Por lo tanto –mencionó el doctor Serrano Pérez Grovas–, el ingeniero Jaime Parada, director general del Conacyt, trabaja para conseguir estos fondos, y ya ha conversado con los secretarios de Salud, Agricultura, Medio Ambiente, y Energía, para convencerlos de que la ciencia y la tecnología son una herramienta importante para resolver los problemas del país. El propio doctor Serrano destacó que los secretarios de estas dependencias están dispuestos a invertir parte de su presupuesto en proyectos que ayuden a solucionar dichos problemas.

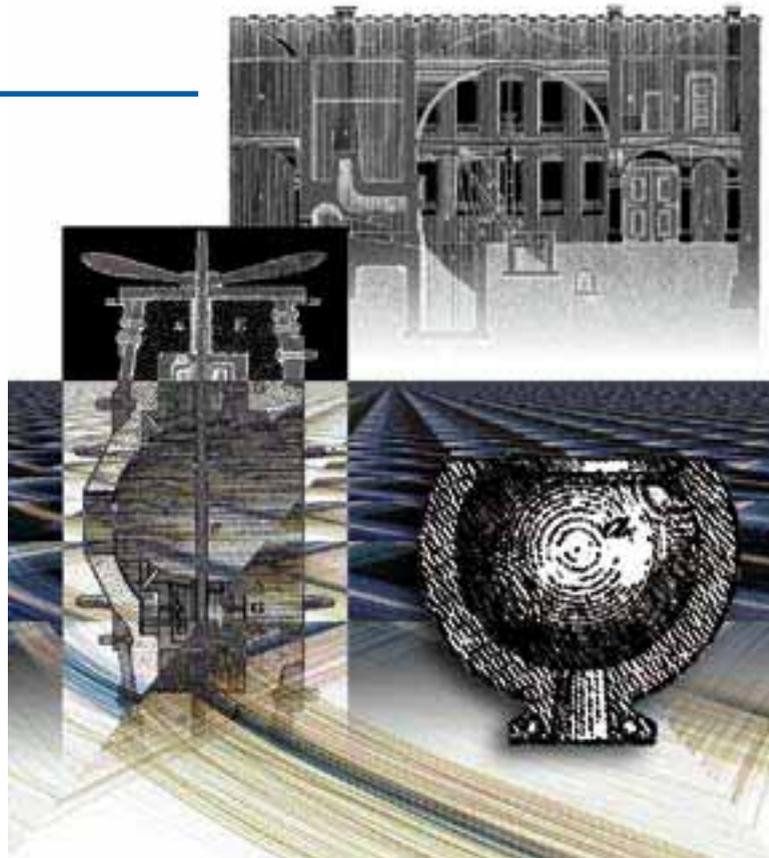
Respecto a los fondos mixtos, dijo que la Ley prevé su establecimiento para contribuir a resolver los problemas de las entidades federativas, y esto sólo se logrará con el esfuerzo conjunto del Conacyt y los gobiernos estatales.

Un tercer rubro que prevé la Ley son los fondos internacionales, que hacen acopio de recursos de diversas fundaciones y de gobiernos de otros países que desean invertir en México. “Estamos dispuestos a atender ese mercado”, dijo el titular de la Dirección Adjunta de Investigación Científica. ●



Anuario sobre competitividad mundial

México se encuentra en el sitio número 47 en materia de infraestructura científica y tecnológica, señala el *Anuario sobre competitividad mundial* realizado por el Institute for Management Development (IMD), de Lausana, Suiza. Este informe, que se basa en un estudio realizado en 49 países del mundo, considerando los países industrializados y los llamados en vías de desarrollo, añade que en materia de ciencia nuestro país sólo supera a Sudáfrica y Argentina. Los encargados de presentar este informe, el ingeniero Carlos Maroto, director general de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (Comimsa) y el doctor Leo Zuckermann, experto del Centro de Investigación y Docencia Económicas, señalaron que este estudio se basa en una encuesta realizada entre empresarios, investigadores y funcionarios gubernamentales de cada una de las naciones participantes. El doctor Zuckermann explicó que en la clasificación general, donde se toman en cuenta rubros como desarrollo económico, eficiencia gubernamental, eficiencia de negocios e infraestructura, nuestro país se colocó en el lugar número 36, tres lugares más abajo que el año pasado. El estudio reconoce las diversas fortalezas de nuestro país, y una de ellas es que México no capta muchos ingresos por concepto de impuestos, lo que implica una baja participación del Estado. También están la deuda interna baja y un gobierno transparente en cuanto a objetivos, pero se subsidia a pocas empresas y hay una baja tasa de desempleo en comparación con otros países. Sin embargo, también se marcan grandes debilidades de los mexicanos, como las siguientes: no exportamos servicios, sino manufactura; nuestro país cuenta con un estado de derecho débil y, en



términos económicos, la justicia mercantil no existe.

El doctor Zuckermann agregó que entre las recomendaciones del informe para que México mejore está desarrollar más la ciencia y la tecnología, sobre todo en cuanto a la vinculación con las empresas. El estudio reafirma la importancia de la educación ligada al talento en la competitividad de las naciones, y también considera la reactivación del sistema financiero, es decir, reactivar el crédito de las empresas y fomentar el capital de riesgo, para promover el espíritu empresarial.

Otro de los puntos importantes es alentar la justicia y los derechos de la propiedad intelectual, combatir las economías paralelas e incrementar la productividad laboral, debido a que México es el país donde más horas se labora y donde menos se gana. ●

Nombramiento del doctor Arturo Lara López como Egresado Distinguido de la Universidad de California, en Davis

El reconocimiento de Egresado Distinguido que otorgan la Facultad de Ingeniería de la Universidad de California, en Davis, y su Asociación de Ex alumnos correspondió este año al doctor Arturo Lara López, director general del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Guanajuato (Concyteg).

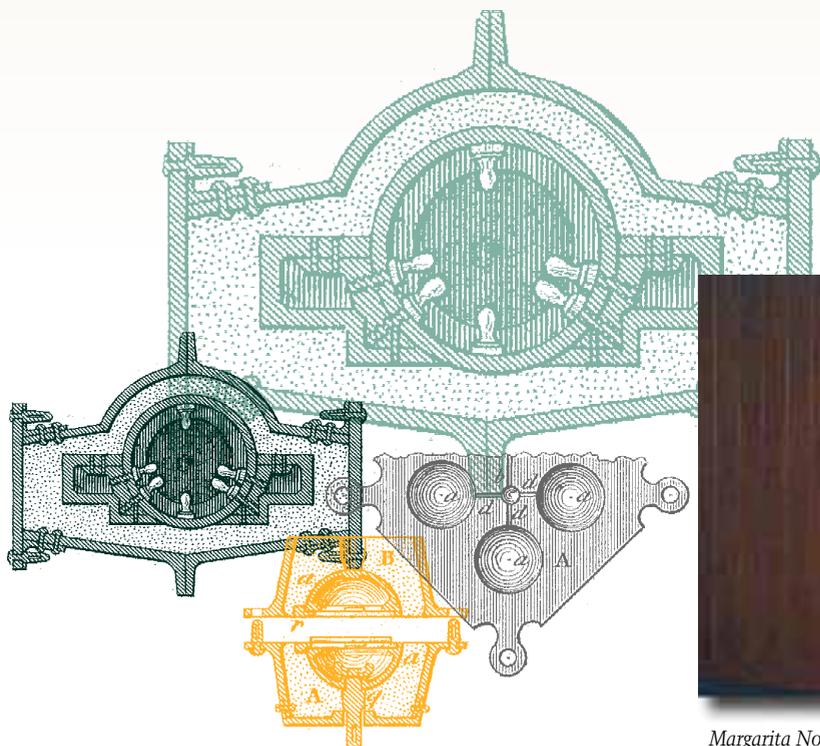
Esta distinción se otorga a los egresados de la Facultad de Ingeniería de esta casa de

estudios que han ejercido su profesión por más de quince años y se han distinguido por sus logros profesionales y por los servicios prestados a la sociedad. El doctor Suhair Munir, director de la Facultad de Ingeniería, entregó al doctor Arturo Lara López una medalla de plata, que simboliza el reconocimiento a su trayectoria profesional. Este reconocimiento fue otorgado por primera vez a un latinoamericano. 🌐

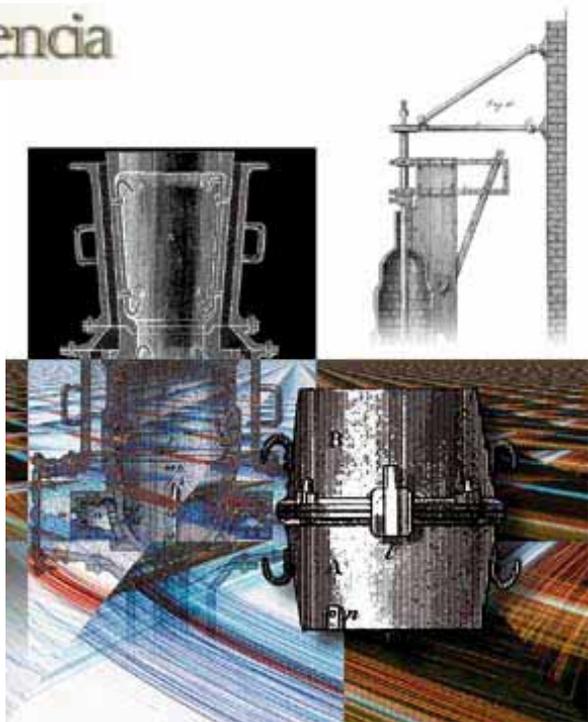
Nuevo nombramiento en el Conacyt

El director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), ingeniero Jaime Parada Ávila, designó a la ingeniera química Margarita Noguera Farfán como directora adjunta de Asuntos Internacionales y Becas. La nueva directora es ingeniera química egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se ha desempeñado como directora ejecutiva de la Asociación Mexicana de la Comunicación Educativa y el Desarrollo Tecnológico, ADIAT, A.C.

Formó parte del Grupo de Transición del gobierno del presidente Vicente Fox Quesada, para el tema de ciencia y tecnología. Asimismo es fundadora y fungió como directora de 1979 a 1982 del Centro de Producción Audiovisual de la Facultad de Química de la UNAM. Fue miembro del Houston Hispanic Advisory Committee del Ministerio de Educación en Houston, Texas. Actualmente es integrante del Consejo Directivo de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, A.C. 🌐



Margarita Noguera Farfán, directora adjunta de Asuntos Internacionales y Becas.



Amplificador de los recuerdos

El doctor James L. McGaugh, miembro de la Academia Mexicana de las Ciencias, se ha preguntado qué factores intervienen en nuestro organismo para tener algunos recuerdos fijos en nuestra memoria, es decir, para hacerlos imborrables, y ha definido que, generalmente, aquellos que involucran una reacción emocional, ya sea ira, placer, o tal vez miedo, permanecen almacenados en nuestra memoria de largo plazo.

En el caso de experiencias determinadas por una carga emocional está presente la acción hormonal y, consecuentemente, la de los

neurotransmisores; entonces, ¿cuál es la sustancia que producimos y nos permite evocar con cierta precisión nuestros recuerdos?

El doctor McGaugh y su equipo de investigación ubicaron el asentamiento de los recuerdos más significativos en un extremo del hipocampo, y es la amígdala la responsable de trabajar como un "amplificador" para fijar las vivencias emocionales, mediante la regulación hormonal, además de propiciar específicamente la producción y liberación de la norepinefrina, cuya presencia se ha asociado con la capacidad de reforzar los recuerdos. ●

El xenotrasplante

Un método nada convencional para el control de la diabetes tipo 1 está siendo desarrollado por investigadores adscritos, tanto al Hospital Infantil de México como a la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. El tratamiento consiste en trasplantar un conglomerado de islotes de langerhans y células de sertoli en el abdomen del enfermo diabético.

Las células proceden de Nueva Zelanda,

sede de una compañía especializada en la obtención, purificación y manejo de células provenientes de porcinos neonatos. La Facultad de Medicina, por su parte, creó un dispositivo cuyo fin es mantener estas células vivas y en óptimas condiciones.

Al impulsar esta tecnología se espera que su manejo se convierta en una alternativa más accesible que el trasplante de órganos. ●

Inmunización contra el parásito de la cisticercosis

La cisticercosis, producida por la ingestión de huevecillos de *Taenia solium*, ataca tanto a seres humanos como a porcinos y, una vez liberados, los pequeños huevos están en posibilidad de alojarse en diferentes tejidos, produciendo graves daños. Este padecimiento es el causante principal de varias enfermedades neurológicas, además de afectar severamente la producción de carne de cerdo.

En busca de una solución a este problema, científicos de los institutos de Investigaciones Biomédicas y de Fisiología Celular, así como de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, lograron obtener proteínas sintéticas derivadas del propio parásito y capaces de proteger a sus huéspedes, con lo que se espera producir una vacuna a partir de péptidos sintéticos que, al ser inyectada, provoque una respuesta inmunitaria protectora. Este péptido (GK-I) proviene de una proteína denominada KETc7, que ha conseguido reducir de 85 a 95% la concentración del parásito.

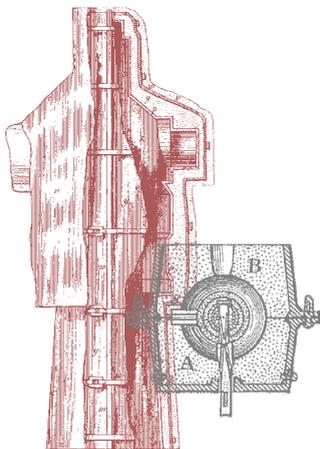
En otra vertiente, se procura obtener una vacuna genética basada en algunas partículas de ácido desoxirribonucleico, que transmiten la instrucción para que las células sintetizen la secuencia proteica KETc7, con lo cual se elimina la necesidad de purificar la proteína que será inyectada a los receptores. Esto permitiría que el animal desarrollara una inmunidad de dos a 18 meses. ●

Producción de plantas medicinales mediante la técnica aeropónica

La Native American Botanic (NAB) ha propuesto un método diferente de cultivo agrícola, para utilizarlo en el desarrollo de zonas de muy escasa producción. La idea es obtener, por este medio, hierbas medicinales –cuyos valores curativos son tradicionalmente conocidos y empleados por varios grupos indígenas–, con el fin de destinarlas a la comercialización.

Esta técnica, llamada aeropónica, permite el cultivo óptimo de las plantas, pues son mínimos los requisitos de tierra, el consumo de agua disminuye, se evitan las plagas, no se ocasionan daños ambientales, el rendimiento por metro cuadrado es mayor que en una siembra normal, y es posible obtener resultados en menor tiempo que por los métodos tradicionales.

La técnica consiste en colocar las semillas en marcos de madera y con las raíces al aire, para su germinación, pero esto requiere de invernaderos que tengan una situación ambiental controlada, que incluye regulación de la luz solar y de la temperatura, así como agua enriquecida con nutrientes específicos que, además de librar a las plantas de cualquier enemigo, les ofrezcan mejor sustento. 🌱



Modificaciones climáticas causantes de desequilibrio

La Comisión Intergubernamental sobre Cambios de Clima de la Organización de las Naciones Unidas dio a conocer un estudio en el que se detallan los cambios climáticos derivados del calentamiento global de la Tierra, los cuales pueden traer consigo transformaciones de carácter irreversible en los sistemas ecológicos.

Por otro lado, la Organización Acción por la Tierra ha informado que una consecuencia de la actividad humana normal es enviar a la atmósfera seis mil millones de toneladas anuales de gas carbónico, que provoca la permanencia del calor en la capa atmosférica situada a sólo 20 kilómetros de la superficie

terrestre. Esto, sumado a la concentración de gases que ocasiona el efecto de invernadero, promueve un incremento en la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, como es el caso de las sequías prolongadas y el aumento en el número de incendios forestales y huracanes.

El cambio climático también ha causado otro tipo de modificaciones que afectan a todo el planeta; tal es el caso de la reducción del Océano Ártico y el deshielo del Antártico, circunstancia que nos obliga a considerar la inclusión de tecnologías alternas para producir energía solar y eólica, que mucho colaborarían en la posibilidad de alejar esta amenaza mundial. 🌍

En memoria del primer hombre en el espacio

El pasado 9 de marzo se cumplió un aniversario más del nacimiento del cosmonauta ruso Yuri Alexeyevich Gagarin, nacido al oeste de Moscú, cerca de Smolensk, en 1934.

El primer ser humano que tripuló una nave espacial tuvo como formación inicial el oficio de moldeador de fundición, en el que intentó perfeccionarse posteriormente en la escuela de peritos industriales; sin embargo, su "enfermedad", como él la llamó, descrita como la incontenible pasión por subir al cielo, le hizo cambiar su tarea anterior y se integró a la Escuela de Aviación en Oremburgo, durante los años de los primeros lanzamientos soviéticos al cosmos.

Yuri se graduó como piloto en 1957, y en 1961, convertido en teniente de las fuerzas

aéreas soviéticas, abordó el Vostok 1 para realizar el primer viaje orbital tripulado por un ser humano, sumando su esfuerzo a la hasta entonces no muy larga cadena de hazañas de la que después sería llamada era espacial. El vuelo fue un éxito.

El programa de preparación para una de sus misiones posteriores, el proyecto Soyuz, incluía vuelos de práctica en las unidades de entrenamiento Mig-15 UTI, naves confiables en las que varios pilotos se habían adiestrado, pero, el 27 de marzo de 1968, después de 12 minutos, un avión perdió altura y el cúmulo de nubes hizo el resto; los tripulantes, Gagarin y su compañero Sryogin perdieron la vida.

A 67 años de su nacimiento, recordamos al hombre que se enfrentó a uno de los retos más audaces y excitantes de su tiempo. 🌟

Ernesto Alfaro Moreno, coautor del artículo "La exposición a partículas atmosféricas. Evaluación de sus efectos", nació el 2 de octubre de 1967 en el Distrito Federal; obtuvo su licenciatura de químico farmacéutico biólogo en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1991, y posteriormente realizó su maestría y su doctorado en las divisiones básica y clínica del Instituto Nacional de Cancerología, donde labora desde 1998 como investigador asociado "B". Es coautor de los libros *Evaluación de la capacidad hemolítica in vitro de muestras de polvo casero, de la Delegación Benito Juárez; Alteraciones cromosómicas inducidas por un polvo casero de la ciudad de Mexicali, Baja California*, y *The in Vitro Toxicity of Ambient PM10 Particles from the Southern, Central and Northern Regions of Mexico City to Lung Fibroblasts is Related to Transition Metal Content*, entre otros.

Pedro L. Ardisson, coautor del artículo "Geomática y arrecifes de coral", es biólogo egresado en 1980 de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Efectuó sus estudios de posgrado en ecología bentónica en el Instituto Nacional de la Investigación Científica de la Universidad de Quebec (M.Sc., 1983), en la Universidad Laval (Ph.D., 1991) de Quebec, Canadá, y el posdoctorado en el Maurice-Lamontagne Institute, Mont-Joli, Quebec, Canadá, 1992. Actualmente es investigador titular del Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, y miembro asociado del Grupo Interuniversitario de Investigaciones Oceanográficas de Quebec (GIROQ). Su producción científica se ha orientado hacia el estudio del asentamiento larvario y de los procesos y mecanismos que controlan la selección del habitat en invertebrados bentónicos. En el campo de los arrecifes de coral, fue responsable de la elaboración del Programa de Manejo del Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes y autor del estudio *Overview of Existing Methodologies for the Assessment of Coral Reefs*, auspiciado por la International Coral Reef Initiative (ICRI).

Alfonso R. Condal, autor del artículo "Geomática y arrecifes de coral", es matemático egresado de la Universidad de Chile en 1971, así como maestro en ciencias en el área de geofísica por la University of Alaska, Fairbanks, Estados Unidos, y en astrofísica por la University of British Columbia, Vancouver, Canadá. Realizó el posdoctorado en el Max Planck Institut für Astronomie de Heidelberg, Alemania, en 1981; fue director del programa de maestría y doctorado en Geomática de la Universidad Laval, de Quebec, Canadá, de 1989 a 1997, y actualmente es profesor de esta universidad en el área de geomática marina. Ha publicado unos treinta trabajos en las áreas de oceanografía espacial, hidrografía, percepción remota, geofísica y astronomía, y sus trabajos de investigación más recientes se orientan hacia los métodos de interpolación Kriging y Voronoi, aplicados a oceanografía e hidrografía, y la integración de métodos de simulación y GIS en aplicaciones marinas. Es miembro participante en el proyecto denominado Creación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el ambiente litoral de Quintana Roo, financiado por el Conacyt y conducido bajo la responsabilidad del doctor Pedro L. Ardisson.

Alfonso Cuevas Jiménez, coautor del artículo "Geomática y arrecifes de coral", es oceanólogo egresado de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, con mención honorífica. En abril del 2000 obtuvo el grado de maestro en ciencias en biología marina por el Cinvestav-IPN, Unidad Mérida, siendo reconocido por su tesis. Ha participado en diversos proyectos de investigación científica del Laboratorio de Bentos de la Unidad Mérida del propio Cinvestav-IPN, entre los que se encuentran: Creación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el ambiente litoral de Quintana Roo, aplicando métodos de percepción remota con alta resolución para la caracterización de ambientes coralinos someros (financiado por el Conacyt), y *Overview of Existing Methodologies for the Assessment of Coral Reefs*, auspiciado por la International Coral Reef Initiative (ICRI). Actualmente, además de continuar colaborando en las actividades de investigación del citado laboratorio, es profesor en la carrera de Administración de recursos naturales, del Centro Marista de Estudios Superiores, A.C., en Mérida, Yucatán.

José Antonio Chamizo Guerrero, coautor del artículo "La enseñanza de la química, conocimientos, actitudes y perfiles", cursó la licenciatura y la maestría en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, y el doctorado en la School of Molecular Sciences de la University of Sussex, Inglaterra. Ha sido autor o coautor de más de treinta publicaciones, entre ellas los Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales, coordinados por él. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del Sistema Nacional de Investigadores, así como Consejero Técnico del Ceneval y representante electo de América Latina en el International Council of Associations of Science Education (ICASE). Entre los reconocimientos recibidos están el Premio Nacional de Química, el que otorga la Universidad Nacional en docencia en ciencias naturales y el TWNSO (Tirad World Network of Scientific Organizations).

Benjamín Domínguez Trejo, coautor del artículo "Psiconeuroinmunología. Procesos psicológicos, inmunosupresión y efectos en la salud", 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. Entre sus

publicaciones más recientes destaca un capítulo del libro *Comparando 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".

Francisco Javier Fuentes Talavera, coautor del artículo "Identificación de la madera", nació en 1956 en Villa Hidalgo, Nayarit. Realizó estudios en química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guadalajara (U de G), y de maestría en madera, celulosa y papel en la misma Universidad. Como becario del DDAD y del Conacyt, también cursó estudios de física de la madera en la Universidad de Hamburgo. Actualmente es profesor investigador del Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la U de G, teniendo como líneas de investigación las Propiedades físico-mecánicas de la madera, Tecnología de tableros aglomerados y Procesos de secado de la madera. Además imparte las asignaturas de Física de la madera, Evaluación de propiedades físico-mecánicas de la madera y tableros aglomerados, en la maestría en ciencias de productos forestales, así como la asignatura de Industrias forestales en la carrera de ingeniero agrónomo forestal. Ha publicado 35 artículos en diferentes medios y un libro sobre secado técnico de la madera.

Ricardo Aarón Márquez Rangel, autor de "Psiconeuroinmunología. Procesos psicológicos inmunosupresión y efectos en la salud", nació en la ciudad de México en 1966. Llevó a cabo estudios profesionales en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) de 1985 a 1989, donde obtuvo el título de biólogo en marzo de 1992. En la Facultad de Psicología, participó como ayudante de investigador y asesor técnico en los proyectos auspiciados por el Conacyt, Modelos experimentales del daño cerebral y Aplicaciones clínicas de la retroalimentación biológica. Realizó estudios de maestría en psicología general experimental, con énfasis en la salud, en la Facultad de Psicología de la UNAM mediante una beca del Consejo. En 1994 efectuó una especialidad para certificarse en la práctica profesional en retroalimentación biológica y se desempeñó como terapeuta especializado en el tratamiento de trastornos psicosomáticos y de secuelas de daño cerebral en el Laboratorio de Plasticidad Cerebral de la propia Facultad. Formó parte del proyecto Conacyt REF. 098 PÑ 1297-99 Impacto humano del fenómeno de El Niño, y actualmente está en proceso de evaluación para presentar el examen de tesis de posgrado. Ha presentado y publicado algunos trabajos sobre el estrés y los procesos psiconeuroinmunológicos.

José Montes Montes, coautor del artículo "Psiconeuroinmunología. Procesos psicológicos, inmunosupresión y efectos en la salud", nació el 23 de octubre de 1938 en Ezequiel Montes, Qro. Cursó la carrera de médico general en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y realizó un internado rotatorio en el Hospital General de México, de la Secretaría de Salud (SS). Cursó estudios de posgrado de 1967 a 1969 en el Laboratorio de Investigaciones Inmunológicas, SS, y en 1972 se desempeñó como médico adscrito, especializado en alergia en el Servicio de Alergia e Inmunología. Fue médico alergólogo en el Instituto de Seguridad y

Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y actualmente funge como profesor titular definitivo en la Facultad de Medicina de la UNAM. Es miembro de diversas asociaciones médicas y jefe del Servicio de Alergia e Inmunología Clínica del propio Hospital General de México y del Hospital Español. Asimismo es presidente del Colegio Mexicano de Alergia, Asma e Inmunología Clínica y también ejerce su profesión en la práctica privada.

Ezequiel Montes Ruelas, coautor del artículo "Identificación de la madera", nació en Ameca, Jal., el 10 de julio de 1947. Estudió la carrera de ingeniero químico (1967-1972) en la Universidad de Guadalajara, y posteriormente realizó estudios de especialidad en biología y protección de la madera en la Universidad de Hamburgo, Alemania (1974-1976). Cursó estudios de maestría (1978) y doctorado (1991), estos últimos becado por el intercambio académico alemán (DAAD) en la modalidad Sandwich System. Ha sido responsable de seis proyectos de investigación apoyados por la SEP, el Conacyt y el sector industrial en las áreas de identificación, tecnología y propiedades de la madera y otros materiales fibrosos. Ha publicado como autor y coautor 30 artículos y dos más en libros sobre temas relacionados con la tecnología de la madera. Actualmente se desempeña como profesor-investigador en el Departamento de Madera, Celulosa y Papel con actividades de docencia en la maestría de productos forestales y en el Departamento de Producción Forestal del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Asimismo, brinda asesoría al sector maderero y mueblero en aspectos de evaluación de materias primas, y de identificación y secado de la madera.

Angélica Pérez Arredondo, coautora del artículo "La enseñanza de la química, conocimientos, actitudes y perfiles", es licenciada en psicología por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y maestra en psicología educativa de la Facultad de Psicología de la propia casa de estudios. Se ha desempeñado como docente, asesora externa y coordinadora de diseño curricular en la Universidad del Valle de México. También ha participado como ponente en 13 congresos nacionales y dos internacionales.

Guadalupe Ponciano Rodríguez, autora del artículo "La exposición a partículas atmosféricas. Evaluación de sus efectos", es bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y ha sido coordinadora y profesora de cursos de posgrado en salud ambiental y ocupacional, cargo por el que obtuvo el Premio al Mérito por el mejor Servicio Social de la Facultad de Ciencias. Ha publicado diversos trabajos de investigación en revistas nacionales e internacionales; es autora de los libros *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*, *La situación ambiental en México* y *Factores ambientales de riesgo para la salud en la ciudad de México*. Actualmente es profesora en el Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la UNAM, donde imparte la materia de alteraciones a la salud producidas por modificaciones ambientales.

Juan Carlos Raya Pérez, autor del artículo "La historia de la vida en la tierra", nació en 1963, en Manuel Villalongín, Mich. Es biólogo por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y realizó sus estudios de maestría en el Colegio de Posgraduados, con una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Recibió el premio a la mejor tesis de maestría en el área de fisiología vegetal en el certamen organizado durante el XIII Congreso Mexicano de Botánica. Es candidato a investigador por el Sistema Nacional de Investigadores, y actualmente realiza sus estudios de doctorado con una beca del Conacyt, en el área de transducción de señales de plantas.

Marco Antonio Reyna Carranza, autor del artículo "El último suspiro de vida", nació en Morelia, Mich., en 1965. Se tituló como ingeniero mecánico electricista, con especialidad en electrónica, en 1990, en la Universidad Autónoma de Baja California. Obtuvo su maestría en ingeniería biomédica por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa en 1993 y el doctorado en bioingeniería en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), España. Se ha desempeñado como profesor e investigador en las universidades referidas y es autor de varios artículos y ponencias. Ha obtenido la Medalla al Mérito Universitario por el promedio obtenido en la maestría y la Mención *Cum Laude* otorgada por la UPC. Actualmente es un investigador repatriado desde 1999.

Raúl Rodríguez Anda, autor del artículo "Identificación de la madera", nació el 18 de diciembre de 1959 en Hermosillo, Son., es ingeniero agrónomo forestal por la Universidad de Guadalajara. De 1990 a 1996, fue becario del Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) para realizar estudios de especialización en tecnología de la madera en el Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft de la Universidad de Hamburgo, Alemania. Ha participado en nueve proyectos de investigación, y ha escrito 11 artículos para diferentes revistas especializadas, además de ser coautor de 11 trabajos de investigación, presentados en eventos especializados. Actualmente se desempeña como profesor-investigador asociado "A", y su línea de investigación es la trabajabilidad de la madera y maquinaria para la industria mueblera de la Academia de Tecnología de la Madera, del Departamento de Madera, Celulosa y Papel. Asimismo, funge como catedrático del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Francisco J. Rodríguez García, coautor del artículo "La enseñanza de la química, conocimientos, actitudes y perfiles", realizó sus estudios de psicología en el campus Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y su maestría en la Facultad de Filosofía y Letras de la misma universidad. Participó como coordinador en el Instituto Nacional de Educación para los Adultos, así como en diversos eventos académicos, tanto nacionales como internacionales, vinculados con la problemática educativa. Ha publicado varios trabajos como coautor y es corresponsable de dos proyectos de investigación financiados por el Conacyt.

Francisco Romero Jiménez, autor del artículo "El renacer de la astronomía mexicana a partir de 1929", nació en San Jerónimo Caleras, Pue., en 1969. Es licenciado en periodismo y se interesa en la divulgación de temas científicos, aunque también en los géneros de novela y cuento. Ha publicado diversos trabajos en revistas y ha sido merecedor de premios en concursos de Cuento y Crónica.

Irma Aurora Rosas Pérez, coautora del artículo "La exposición a partículas atmosféricas. Evaluación de sus efectos", nació el 13 de agosto de 1950 en el Distrito Federal. Es doctora en ciencias biológicas por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y se desempeña como investigadora titular "B" de tiempo completo en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de esta casa de estudios. Es autora de 41 artículos científicos, así como de cinco trabajos; ha dirigido 24 tesis de licenciatura, 10 de maestría y una de doctorado. Fue nombrada vicepresidente de la Panamerican Aerobiology Association, y es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias desde 1997. Asimismo, la Academia de Ciencias Ambientales de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza le otorgó en 1998 el reconocimiento por su trayectoria académica.

Conrado Ruiz Hernández, autor del artículo "Convertibilidad del círculo en cuadrilátero", nació en la ciudad de México en 1951. Realizó la licenciatura y la maestría en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde también llevó a cabo el 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 y 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 los educadores ambientales, y desde 1983 ha emprendido estudios sobre la importancia 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, y actualmente es profesor titular de nuestra máxima casa de estudios, en el campus Iztacala.

José Antonio Silva Guzmán. Nació en Jujucanto, Mich. Realizó estudios en ingeniería en tecnología de la madera en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Madera, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y de maestría en ciencias de productos forestales en la Universidad de Guadalajara (U de G). Actualmente esta becado por el Conacyt para realizar estudios de doctorado en la Universidad del Estado de Oregon (OSU, Departamento de Ciencias Forestales), en los Estados Unidos. Es profesor-investigador del Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la U de G, y tiene como líneas de investigación la Estructura y calidad de la madera y las Propiedades físico-mecánicas de la madera. Imparte las asignaturas de Industrias forestales II y Propiedades de la madera

LOS UNIVERSITARIOS

Publicación mensual de la Coordinación de Difusión Cultural de la UNAM



NÚMERO 8 MAYO

- Instantáneas de viaje de Bruce Swansey
- Dos poemas de Angelina Muñiz
- Tractatus mundi de Alberto Vital
- Celario sobre Fuentes
- Esquivel sobre Azar
- Solares sobre Sefchovich
- Reportaje fotográfico de Héctor García
- Enrique Metinides en el MUCA

SUSCRIPCIONES: 56 65 17 33



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

- * Epoca 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
gide@data.net.mx

Fax. 5695-3406
www.gide.com.mx



en la carrera de ingeniero agrónomo forestal, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la U de G. Ha publicado 20 artículos en diferentes medios y un libro sobre secado técnico de la madera, e impartido diversos cursos sobre secado de la madera, estructura y calidad de la madera y fabricación de muebles para el sector productivo.

Felipe Tirado Segura, autor del artículo "La enseñanza de la química, conocimientos, actitudes y perfiles", nació en la ciudad de México. Realizó estudios de licenciatura en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y estudios de posgrado en Inglaterra, país donde también realizó su maestría en psicología educativa en la Universidad de Leicester. En 1997 obtuvo el doctorado con mención honorífica por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, y se ha desempeñado como docente en la Facultad de Psicología de la UNAM, en la Universidad Autónoma de Baja California, en el Instituto Superior de Ciencias de la Educación del Estado de México, en la Universidad Autónoma de Sinaloa, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en la Escuela Nacional de Biblioteconomía, en el Colegio Madrid y en la Universidad de Sao Paulo, Brasil. Actualmente es director de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, donde también ha sido profesor titular, además de miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Maribel Edith Vázquez Lara, autora del artículo "Animales transgénicos", nació en 1974, obtuvo el título de licenciatura como química farmacéutica-bióloga en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Actualmente es asistente de Investigador "C" en el Centro de Investigación en Química Aplicada y realiza estudios de maestría en el área de Microbiología Industrial en la Universidad Autónoma de Nuevo León.

FE DE ERRATAS

En el pasado número 158 (mayo-junio) apareció, en la página 100 de nuestra revista, tanto dentro del texto como del pie de fotografía, que el puesto que ocupa el ingeniero Felipe Rubio Castillo es el de Coordinador de la Dirección Adjunta del Sistema SEP-Conacyt. El cargo que desempeña es el de director adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt.

Asimismo, en la página 50 aparece el artículo "Gases de invernadero generados de residuos sólidos", donde involuntariamente se invirtió el orden de los autores, el cual debería ser: Ma. Teresa Orta Ledesma, Ma. Neftalí Rojas Valencia y Claudia Sheinbaum Pardo.

Información para los autores

La revista Ciencia y Desarrollo tiene como objetivo central difundir a través de sus páginas la pertinencia y utilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Esta publicación está dirigida a un público interesado en acrecentar sus conocimientos y en fortalecer su perfil cultural con elementos propios de la ciencia y la tecnología. En ella se incluirán artículos sobre diversos aspectos del conocimiento, además de ensayos, reportajes, reseñas bibliográficas y noticias sobre el acontecer de la ciencia tanto nacional como internacional.

Se invita a los integrantes de la comunidad académica a enviar colaboraciones, las cuales serán parte fundamental de la revista. Estas podrán versar sobre temas científicos o humanísticos y deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y que resulte accesible para un público con estudios mínimos de bachillerato.

MECANISMO EDITORIAL

Las colaboraciones propuestas serán evaluadas por expertos en la materia. Los criterios preponderantes que se aplicarán para decidir sobre la publicación de todo texto serán la calidad y precisión de la información, el interés general del tema expuesto, y el lenguaje comprensible y claro que se utilice en la redacción del mismo.

En los casos de textos que necesiten corrección –de acuerdo con las observaciones hechas por los evaluadores–, los autores podrán enviar una versión corregida de éstos, en la que plasmen las modificaciones que se señalan en la evaluación.

PRESENTACION DE MANUSCRITOS

Las colaboraciones deberán presentarse por duplicado y cumplir con los requisitos que a continuación se mencionan:

- a) Los textos deberán tener una extensión mínima de seis cuartillas y como máximo alcanzarán 12, incluidas en ellas las referencias y la bibliografía. Todas las páginas deberán estar numeradas, incluyendo la carátula.
- b) La carátula deberá registrar el título del artículo, el cual no excederá de cuatro palabras, el nombre del autor o autores, el de sus instituciones y departamentos de adscripción, con las direcciones postales y electrónicas, así como los números telefónicos y de fax que correspondan.
- c) Deberá enviarse un resumen curricular –no mayor de media cuartilla (14 líneas)–, en el que se incluyan los siguientes datos: nombre, lugar y fecha de nacimiento, estudios y experiencia profesional, artículos, publicaciones, distinciones (lo más relevante), apoyos recibidos por el Conacyt (becas, proyectos de investigación, relación con el SNI). Dicha información se utilizará para conformar la sección de LOS AUTORES.
- d) El texto deberá ser enviado en hoja tamaño carta, a doble espacio, incluyendo las referencias y la bibliografía, con el margen izquierdo de

3 cm. y el derecho de 2, acompañado, de ser posible por el archivo en un disquette de 3.5 para computadora, realizado en programa Word. La cuartilla constará de 27 líneas a doble espacio (1.5 cm.), sin división silábica, y se utilizará de preferencia el tipo Times New Roman de 12 puntos. Los párrafos no llevarán espacio entre ellos, salvo en los casos del título y los subtítulos.

- e) Los términos técnicos que aparezcan en el texto deberán explicarse claramente en la primera mención, al igual que las abreviaturas. Se evitará, asimismo, el uso de fórmulas y ecuaciones. En el caso de que éstas deban utilizarse, se buscará aclarar –de la manera más didáctica posible– su significado.
- f) El número máximo de referencias será de ocho. En caso de que un artículo lo exceda, *Ciencia y Desarrollo* sólo publicará ocho citas a juicio del editor.
- g) Se recomienda acompañar el texto con una bibliografía complementaria de seis fichas como máximo. En caso de que este número se rebase, el editor seleccionará los títulos que a su juicio más convengan. La bibliografía se colocará al final del artículo, y deberá aparecer numerada para facilitar su señalamiento con superíndices en el texto cuando se considere necesario. Las fichas bibliográficas deberán contener los siguientes datos: autores o editores, título del artículo, nombre de la revista o libro, lugar, empresa editorial, año de la publicación, volumen y número de páginas.
- h) La inclusión de gráficas o cuadros se realizará sólo en aquellos casos en los que la presentación de datos sea de particular importancia para la comprensión o ilustración del texto y se limitará a dos, ya sea un cuadro y una gráfica, dos cuadros o dos gráficas.
- i) Todo artículo se presentará acompañado de ocho ilustraciones que podrán utilizarse como complemento informativo o estético para el texto; no obstante, el número y la pertinencia de éstas serán objeto de consideración editorial. Las imágenes en color deberán enviarse en opacos o diapositivas de alta calidad. Cuando las ilustraciones sean enviadas por medio magnético o electrónico (disquette de 3.5, zip, disco compacto o correo electrónico), deberán remitirse en cualquiera de los siguientes formatos: EPS, TIF o JPG con un mínimo de resolución de 300 píxeles por pulgada al 100%. En una hoja aparte, deberán enviarse los pies de fotografía, cuyo contenido no deberá exceder de tres líneas, identificando con claridad las correspondencias, así como los créditos respectivos cuando no sean propios de los autores.
- j) Los manuscritos pueden enviarse para consideración editorial a:

Ciencia y Desarrollo

Av. Constituyentes 1046, 1er piso

Col. Lomas Altas

11950 México, D.F.

Tel. y fax 327 74 00, ext. 7737, 7726, 7723, 7724; fax 327 75 02

cienciaydesarrollo@conacyt.mx