

Ciencia *y* Desarrollo

Enero/Febrero del 2002 • Volumen XXVIII • Número 162 • ISSN 0185-0008 • Mexico \$ 20.00

Nanoestructuras: tecnología del futuro hoy

**¿Qué sabemos realmente sobre
la inteligencia emocional?**

La droga, la mente y el cerebro

Conservación y mejoramiento del ambiente

Ordenamiento ecológico del Distrito Federal

**Relaciones de la planta con el suelo
y la materia orgánica**



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

Alejandro Romero Gudiño

**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: Josefina Raya López 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

Preprensa e 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 Tlhuaca, 02400 México, D.F.

Suscripciones y ventas

Arturo Flores Sánchez
Av. Constituyentes 1046, edificio anexo, 1er piso
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.
5238 4534

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 1/34279/1271, 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.

Editorial



El avance del pensamiento científico tiene entre sus manifestaciones tal vez menos advertibles el descubrimiento de nuevas formas de comprender y de enseñar la ciencia. Problemas hace tiempo identificados como tales en el proceso formativo de los niños, sobre todo, como es el caso de la influencia que ejer-

ce la programación de los medios de comunicación electrónicos, especialmente la televisión, adquieren nuevas perspectivas en la medida en que se les relaciona con la temprana capacidad de discernimiento del ser humano.

Las responsabilidades se precisan en la medida en que el desarrollo de la electrónica lo mismo acerca el mensaje educacional que su contrario y propicia la socialización informativa al tiempo que, sin una adecuada intervención gubernamental, puede privilegiarla entre grupos reducidos.

Harold W. Kroto, Premio Nobel de Química 1996, expresa en el trabajo que publicamos en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*, una valoración a tiempo de las perspectivas no sólo informativas sino didácticas que trae en sus entrañas la Internet; un nuevo enfoque de la capacidad de aprendizaje infantil que reclama un aprovechamiento diferente; sugerencias organizativas para quienes, como él, hacen una pasión de la divulgación científica entre los niños

Sin embargo, todo ello, que en conjunto se integra como una esperanza de mejoramiento, se produce en un contexto incierto: el frágil tejido social, la incógnita que sigue constituyendo el ser humano en su relación con otros humanos y que frecuentemente se resuelve en sus peores facetas de confrontación racial, ideológica o política.

Kroto muestra aquí al científico como le corresponde, como un observador e intérprete del mundo objetivo, pero sin perder de vista que parte constitutiva de este mundo lo es el ser humano, con todas sus profundas contradicciones. 

Ciencia y Desarrollo

ENERO • FEBRERO DEL 2002 • VOLUMEN XXVIII • NUMERO 162

Editorial

1

Entrevista

4

*Entrevista con el doctor Harold W. Kroto,
Premio Nobel de Química 1996*

DIANA SAAVEDRA



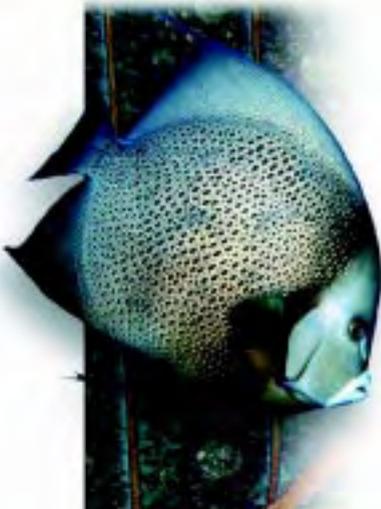
¿Qué sabemos realmente sobre la inteligencia emocional? 12

YOLANDA OLVERA LÓPEZ, BENJAMÍN DOMÍNGUEZ TREJO,
ALEJANDRA CRUZ MARTÍNEZ, ONOFRE ROJO A. Y
ESPERANZA VERDUZCO R.



La droga, la mente y el cerebro 18

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ
Y MARÍA EUGENIA RAYA PÉREZ



Conservación y mejoramiento del ambiente 26

CARLOS SAÚL
JUÁREZ LUGO

El código genético y la secuencia de nucleótidos 34

JOSÉ ANTONIO VILLALÓN BERLANGA

Apoptosis, suicidio o crimen perfecto 41

MINA KONIGSBERG F. Y ALEJANDRO ZENTELLA D.

Reportaje 46

Nanoestructuras: tecnología del futuro hoy

LAURA ROMERO MIRELES

Relaciones de la planta con el suelo y la materia orgánica 50

LEOPOLDO GALICIA SARMIENTO



Ordenamiento ecológico del Distrito Federal 58

*Una política ambiental efectiva para
el área rural del D.F.*

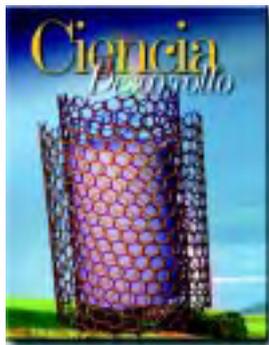
IVÁN AZUARA MONTER, ARTURO RAMÍREZ
HERNÁNDEZ Y JOSÉ ÁVILA FLORES

Determinación social de los currículos en geología 66

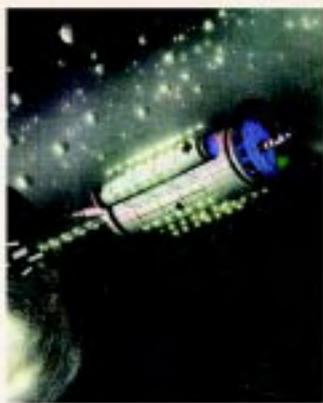
RITA ANGULO V.

Medición del nivel de los líquidos 73

JORGE BECERRA PALOMO



Nuestra portada:
 Nanoestructuras:
 tecnología del futuro
 hoy



Descubriendo el Universo 78

JOSÉ DE LA HERRÁN

Agua para las estaciones espaciales
Un paseo por los cielos de enero y febrero del 2002

Alaciencia de frioleras 82

MIGUEL ÁNGEL CASTRO MEDINA

La Universidad de México

Deste lado del espejo 88

MARCELINO PERELLÓ

Los amigos de los números
Deja que salga la luna...
Palabras, palabras, sólo palabras... (solución al torito
del número 161)
La cosa es que las muevas bien (el torito)

La ciencia y sus rivales 92

MARIO MÉNDEZ ACOSTA

La negación del viaje lunar

Reseñas

Chalchihuite. Homenaje a Doris Heyden 94

OSCAR FLORES SOLANO

Una historia de la UAM. Sus primeros
veinticinco años 96

MIGUEL ÁNGEL CASILLAS ALVARADO, ROMUALDO
 LÓPEZ ZÁRATE Y ÓSCAR M. GONZÁLEZ CUEVAS



Comunidad Conacyt 99

Entrega del Premio Nacional en Ciencia y
Tecnología de Alimentos
Nuevo mecanismo de incentivos fiscales a los
empresarios que inviertan en investigación
científica y desarrollo tecnológico
Se presentó en Querétaro el plan especial de
ciencia y tecnología
Sólo el conocimiento puede ayudar a México a salir
de la pobreza

Nuestra ciencia 103

Percepción pública de la biotecnología agrícola en
México
Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica
Nuevos hallazgos y nuevas preguntas sobre el
cráter de Chicxulub
El corredor biológico mesoamericano

La ciencia en el mundo 106

Los organismos genéticamente modificados
representan un enorme adelanto tecnológico
Otorgan premio al estudio sobre alga verde-azul
Aprovechamiento del agua salina del mar muerto
en la fabricación de fertilizantes
Las nuevas tecnologías fundamentales para
combatir la pobreza en el mundo

Los autores 108

Información para los autores 112

Entrevista con el doctor Harold W. Kroto, Premio Nobel de Química 1996

E

l doctor Harold W. Kroto, ganador del Premio Nobel de Química 1996, visitó recientemente el estado de San Luis Potosí para impartir el taller denominado Harry y su fullerenos entre más de 200 niños de ocho a diez años de edad. Esta visita se realizó gracias al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.

Harold Kroto nació en Wisbech, Inglaterra, en 1939. Realizó su licenciatura en química en 1961 y se tituló como doctor en química en 1964, ambos grados obtenidos en la Universidad de Sheffield. Después de tres años de investigación posdoctoral en Canadá y los Estados Unidos, Kroto se incorporó a la Universidad de Sussex, donde fue nombrado catedrático en 1985, y en 1991 le fue concedido el cargo de investigador en la Sociedad Real de Química.



En la década de los setenta, el doctor Kroto centró su investigación en la espectroscopía de microondas, una técnica que debido al crecimiento de la radioastronomía puede ser utilizada para analizar el gas en el espacio, tanto en atmósferas estelares como en nubes interestelares de gas. En particular, estuvo interesado en detectar moléculas de cadena larga de carbono y nitrógeno, dado que suponía que estas cadenas se formaban en las atmósferas de estrellas gigantes, ricas en carbono y denominadas por ello estrellas de carbono, pues lo que él necesitaba era una manera de imitar las condiciones en que se creaban dichas cadenas. Encontró la respuesta en la Universidad de Rice, de Houston, Texas, donde un conocido suyo, Robert F. Curl, junto con otro catedrático de esa institución, Richard E. Smalley, dirigía las investigaciones sobre un láser especializado y diseñado por este último. Los químicos de Rice estaban vaporizando sustancias y generando pequeños agregados de átomos, *clusters*, que podían ser analizados.

En septiembre de 1985, Kroto viajó a Houston, y durante 11 días, el propio Kroto, Smalley y Curl, con los estudiantes graduados James R. Head y Sean C. O'Brien, crearon *clusters* de carbono a partir del grafito. Al examinar los minúsculos *clusters*, en lugar de las cadenas largas de carbono, el equipo encontró fullerenos, descubrimiento por cual Kroto, Smalley y Curl compartieron el Premio Nobel de Química en 1996.

Al término de sus *actividades* en San Luis Potosí pudimos hablar con el doctor Kroto acerca de uno de sus intereses más preciados, el trabajo con los niños, y también sobre lo que a su juicio representa el surgimiento de Internet, como una segunda revolución educativa para la humanidad. A continuación presentamos el texto de la entrevista.

Usted ha comentado que Internet representa la segunda revolución en la enseñanza, ¿por qué?

Creo que el libro fue el inicio de la educación; bueno, fue el invento de la imprenta realmente, porque democratizó la creatividad, y cada persona que escribía un libro pudo plasmar sus ideas en él: Hay muchos libros que son muy buenos hoy en día, sin embargo, también muchos no lo son, y ahora, al pasar los años y los siglos, la raza humana tiene este almacén de conocimiento tan enorme que está en los libros, de los cuales todos aprendemos en la escuela. Antes, la información iba de boca en boca y las únicas personas que podían escribir eran los monjes. En esto, la creatividad individual es importante, porque millones de individuos piensan en cosas que un pequeño grupo no puede llevar a cabo, así que con el libro se liberó dicha creatividad, para pensar en algo y pasarlo al papel.

Hasta ahora, las compañías que transmiten normalmente, es decir, los canales de televisión, están enfocadas a crear programas que promueven ciertas ideas y entretienen, pero éstas no son las mejores, pues no resultan educacionales, quizá se constituyan una diversión y algunas tal vez sean educacionales, aunque no necesariamente porque son sólo un componente de los programas. Además, si se piensa en Internet; cada persona con acceso a la red podrá tener su propio sitio en ella y crear su propio programa; podrá sacar su camarita y tomar fotos de lo que quiera, ya sean caricaturas, modelos, objetos, o gráficas de computadora. Se trata, pues, de imágenes en movimiento, que también se ven en la televisión y en el cine.

Hay un brinco cuántico en la creatividad, y así, se pueden hacer programas, ponerlos en su sitio *web* o también incluir otros. Ya podrán decirme que nadie va a verlos, pero eso mismo le dicen a los escritores, "la gente no va leer esto"; sin embargo, cuando pasa el tiempo, las personas van aprendiendo cuáles son los grandes libros, por ejemplo de Dostoyevsky o Feodore. Sé que mucha gente afirmará que "nadie va a leer un libro de estos dos hermanos, pero eso no es cierto, libros fantásticos segui-

rán existiendo y estimularán la creación de sitios *web*, y todo el mundo dirá; “Aquí puedo escuchar a un científico mexicano; aquí está un sitio, como el de la Academia Mexicana de Ciencias, donde quiero ver y escuchar a ciertas personas, o a los premios Nobel, para saber qué estaban haciendo esos científicos en el momento de su descubrimiento, o si creen que se combatirá la pérdida de la capa de ozono, además de saber qué es importante para los científicos jóvenes.

Todo lo anterior no es factible hacerlo en las empresas televisoras, porque son demasiado pequeñas, pero hoy en día todos pueden ser productores de cine y de ciencia a la vez, por eso siento que es una revolución. Claro que hay mucha basura y tenemos que hacer una red para buscar información confiable; también en los libros existe la basura, aunque ésta tiende a perderse, pues la crema sale a la superficie a la larga. Eso es lo que pienso y espero.

Ahora también se usa Internet como un medio de estudio; sin embargo, muchos padres se quejan de que los alumnos sólo copian la información pero no la leen, no entienden de lo que se habla, ¿no es esta una gran contradicción?

Creo que es un gran problema, pero es mejor que hagan eso a que estén ociosos. En muchos casos los niños no hacen nada en absoluto y la computadora y el Internet ejercen una fascinación sobre ellos, que los atrae para hacer algo. Además uno no puede estar en todas partes y es posible que el mejor material de enseñanza esté disponible en la red, de una manera que no era posible anteriormente; por ejemplo, quizás algunos maestros no sean tan buenos, pero hay otros que son excelentes; sin embargo, esos profesores están en Hawái y los niños en México, y tal vez a través de Internet ellos puedan ver a alguna persona que ha desarrollado una forma estimulante para hacer las cosas. Ese aspecto de la red es el que considero importante. Por ejemplo, hoy he estado aquí y pronto iré a Japón, pero no puedo estar en todas partes y pienso que el ejercicio de hoy fue fantástico. Le doy el crédito de ello a la organización de San Luis Potosí, y en ese aspecto puedo

aprender muchas cosas alrededor del mundo que es posible aprovechar.

¿Cómo se puede acercar el Internet a los pequeños de escasos recursos en zonas alejadas?

Debe ser responsabilidad del gobierno asegurarse de que las escuelas tengan esta capacidad y, sobre todo, de que todos los niños asistan a ellas. Cuando yo era niño no lo tuve todo en mi casa, aprendí a manejar la madera en los talleres de oficios, y sí quería saber sobre otras carreras iba con el maestro del taller, que no era muy bueno. Ahora los niños también pueden ir al salón de oficios, “meterse” al Internet, encontrar cómo es el ingeniero que trabaja con equipos de Fórmula Uno en el equipo de carreras, y darse cuenta de que el héroe no es sólo Michael Schumacher, sino también quien hizo el automóvil, o de que trabajar en un edificio de alta tecnología para asegurarse de que el equilibrio térmico esté correcto y funcione bien es algo precioso y muy útil. Pienso que hay formas de hacer todo eso en las escuelas.

Nos hablaba usted sobre la importancia de fomentar la creatividad, pero en muchas ocasiones los padres se quejan de que los pequeños se la pasan viendo la televisión o entreteniéndose con los videojuegos, es decir, perdiendo el tiempo en cosas que no son muy útiles. ¿Qué podemos hacer para estimular la creatividad en los pequeños?

Siento que este es uno de los problemas más serios a los que nos enfrentamos hoy y que debemos atacar. Soy consciente de que yo no tuve estas distracciones; no había televisión, pero existía el radio y tenía mi propia habitación y un mecano con el que jugaba. No estoy seguro, pero como científico modestamente bueno me percaté de que hay problemas serios. Puede preguntarse a los científicos jóvenes por qué se metieron con ecuaciones diferenciales y no se dedicaron a la televisión o al mundo del entretenimiento que es muy sencillo y donde múltiples personas llegan nada más por ser hermosas para ganar



mucho dinero. Eso, repito, es un problema, pues resulta muy difícil que nuestros niños vean cómo funcionan las cosas. La forma en que yo aprendí sobre la ciencia y la tecnología era construyendo objetos; así cuando era niño quería un radio y tuve que construirlo, soldé los transistores y fue un momento fantástico que siempre recordaré, pues cuando puse la pila entró la voz. Nunca lo olvidaré. Pero hoy no puedo construir un radio que sea tan bueno como el más barato o más corriente que sea posible encontrar en el mercado, y qué decir de los discos compactos o de la televisión. Recuerdo que cuando mi primera televisión se descomponía, le quitaba la tapa, buscaba los bulbos y si alguno estaba apagado simplemente lo cambiaba. Es un enfoque analítico muy importante el hecho de que puedan repararse las cosas que se descomponen. Cuando esta grabadora se descomponga, realmente no la podrás componer, así que la tirarás a la basura y te comprarás otra, porque es más caro arreglarla que comprar una nueva. Podemos ver en los basureros alguna computadora completa que no sirve, y me siento muy mal cuando veo que esta tecnología fantástica ya no sirve simplemente porque se descompuso una pequeña pieza.

Otro problema para nuestros jóvenes es aprender gradualmente cómo funciona el mundo. Mi reloj es un buen ejemplo; tiene materiales fantásticos de plástico, como cristal líquido, microprocesador, tecnología de pila y llevó 15 años con él. Lo único que pudo haberse construido hace como mil años es la correa, que no es lo mismo que el plástico y esto es un milagro de la tecnología moderna, pero ninguna criatura puede saber cómo funciona. Cuando era pequeño tenía un reloj, le quité la tapa y pude ver el mecanismo, los resortes, las piezas, las cuerdas, y uso esto como un ejemplo arquetípico de los problemas a los que se enfrentan los niños para comprender nuestro mundo hoy en día y para que aprecien cómo estamos balanceados precariamente en ciencia y tecnología.

Ahora, para que las cosas trabajen bien, sólo oprimimos el interruptor y se prende la luz; así, los pequeños no tienen respeto por la ciencia y la tecnología y pienso que deben pasarse una tarde sin luz, o ir a la escuela y tirar por la ventana todo lo que no existía en el siglo XV. De este

modo no tendrían comida, ni luz, ni ropa abrigadora. Pídanles que sobrevivan sin esas cosas, pues es vital que los niños, desde muy jóvenes, pasen un poco de tiempo tratando de sobrevivir sin alimentos prefabricados; llévenlos al campo, díganles “trata de buscar algo de alimento”, y seguramente ellos tratarán de atrapar un conejo. Por citar un ejemplo, llevaron a un grupo de soldados a una isla y les dijeron: “sobrevivan seis días”. Después regresaron sus jefes y encontraron que éstos no pudieron atrapar un conejo, que no corre tan rápido, y tampoco conseguir alimento alguno.

Considero que los avances tecnológicos se han vuelto invisibles, no para nuestros padres, quienes crecieron en la guerra, pero sí para nuestros hijos que llevan tanto tiempo con la televisión. En una época llena de celebridades que sacan tanto dinero, las niñas quieren ser Britney Spears, y los niños David Beckham, a quien por sólo usar unas gafitas le pagan un millón de dólares, y nos sorprendemos. Además tenemos compañías que producen playeras o camisas, y por las que los niños pagan cinco veces su valor sólo por un logotipo, y las grandes empresas nos convencen de que tenemos apetito por sus productos. Algo está mal definitivamente y debemos pensar en ello cotidianamente. No sé la respuesta, pero creo que podemos ver claramente cuál es el problema.

¿Cómo podemos infundir en un niño el interés por la ciencia?

Bueno, no lo sé, no soy muy bueno enseñando, trato, pero considero que antes que nada debemos asumir que algo pasa desde muy temprana edad en el desarrollo de los pequeños, tal vez, antes de los cinco años de edad, algo que hay que estimular. Tal vez esté equivocado, pero pienso que la adquisición de la lengua comienza muy temprano, igual que la habilidad de analizar los sonidos, las

imágenes o los ruidos, porque un niño no es nada sin la conexión de su cerebro con el mundo exterior. Sabemos que alguien habla fluido el español o el inglés porque lo aprendió desde pequeño y eso lo identifica de inmediato. Algo nos pasa con el lenguaje, la música y la visión desde pequeños, que tal vez debemos analizar, pues los niños usan toda la información que les llega para conectar las imágenes con los sonidos y los conceptos.

Mi sugerencia es que debemos aprovechar la capacidad de los niños de absorber y analizar la información de todo tipo, para que empiecen a ver la ciencia como algo cotidiano, como algo que es parte de su vida, con objeto de que sean buenos en matemáticas y entiendan conceptos abstractos, y eso es parte del problema porque, por ejemplo, no tenemos la manera de enseñar las matemáticas correctamente. Si esto es cierto, quiere decir que estamos educando mal a nuestros niños y desaprovechando la mejor etapa en que son más capaces de aprender, porque les estamos enseñando cosas que a los 13 o 14 años les cuesta mucho trabajo aprender, siendo que a los siete u ocho tienen la perfecta capacidad de comprenderlas.

Otra cosa, sabemos que cuando uno nace y aprende un idioma, el idioma natal, utiliza una parte del cerebro, y el lenguaje o los conceptos que enseñan en la escuela se almacenan en otra parte de éste. Si se piensa en ello, la manera de adquirir el lenguaje al principio es natural, por medio de los sonidos y las imágenes, pero cuando alguien va a la escuela para estudiar francés, ve un perro en el libro seguido de la palabra *chien*, mientras los niños en Francia no aprenden así lo que es un perro, pues ellos lo ven, lo tocan, lo escuchan. Lo que sucede es que el niño procesa la información de otra manera, y si a los tres años se le enseña que *chien* es lo mismo que *dog* o perro, él lo va a comprender perfectamente, y lo mismo ocurre con la química, pues si la aprende desde que es pequeño, la verá como algo natural.

También es importante que muchos profesores consideren que no debe enseñarse a un niño cierto tipo de matemáticas antes de los nueve años porque no las entiende. Puede ser, pero hemos visto casos de matemáti-

cos muy importantes que empezaron a absorber conocimientos en la materia desde los dos años. Tal vez esas personas tuvieron la oportunidad de contar con alguien que les enseñara matemáticas, y con ello se prueba que los niños están preparados para entenderlas desde los dos años de edad. Así que ¿cuántos pequeños tendrán la oportunidad de hacer eso mismo?, no lo sabemos, pero podemos hacer el intento y aprovechar que cuando son pequeños están ocupando al máximo su cerebro, eso es lo importante, aun cuando resulta muy difícil saber qué sucederá en el futuro con estos niños.

Pero regresando al ejemplo del lenguaje, si desde pequeños se les enseñan las palabras, los objetos, los sonidos y demás en varias lenguas, ellos van a ser buenos en esos idiomas y lo mostrarán en sus exámenes o en la manera como hablan, y a cada instante demostrarán lo capaces que son.

Claro que el ambiente es muy importante y puede ser un complemento en el desarrollo del niño. Quizá no sepamos mucho al respecto, pero lo debemos estudiar, porque estamos desperdiciando esa habilidad de los niños de aprender utilizando al máximo su cerebro.

México, al igual que países como Canadá o los Estados Unidos, realiza una Semana de Ciencia y Tecnología con el propósito de difundir la ciencia entre los jóvenes y niños, ¿qué piensa usted de esto?

Supongo que está bien, pero creo que hay algo muy importante en ello, y es la relación que puedan establecer los maestros con los alumnos. Sin embargo, mi preocupación más importante es pensar en los problemas a que se enfrentan los pequeños de ahora; en estos tiempos se les enseña que deben tener mucho dinero o una vida exitosa, sin importar cómo, pero hay otros casos en que sólo se enseña a los niños a herirse entre ellos mismos y así se aniquila su creatividad. En el Reino Unido trato de enseñar actualmente a los maestros creativos y a ser libres en cuanto a lo que enseñan, porque cuando un educador se siente a gusto con lo que hace infunde amor a los niños hacia su materia, y pueden hacer cualquier cosa con



ellos. Los maestros son muy importantes, porque son quienes te enseñan a correr, y un profesor que sea libre y creativo podrá darle otro sentido a la escuela, algo que en mi caso resultó muy importante, pues fue como aprendí y amé el arte y el diseño, al descubrirlos con mi maestro, es decir, sólo así se puede infundir la creatividad.

Encuentro mucho más viable fomentar la creatividad por medio de clubes organizados en la escuela, y gasto mucho tiempo en tratar de formarlos, de realizar actividades extraclases referentes a las ciencias, pues creo que son mucho más productivas.

Este tipo de actividades son particularmente importantes ahora, porque veo que existe un gran problema, y es que muchos chicos están en casa y se la pasan viendo la televisión o con los videojuegos y no tienen incentivo alguno para salir al mundo. Soy una persona obstinada y cuando tengo una idea la llevo a cabo, eso lo hace cualquiera que no se considere estúpido, pero ellos sólo tienen un modelo que no va más allá de los anuncios y resulta es muy malo.

Hablando de esas actividades, ¿cuándo comenzó este taller para niños, en qué países lo ha realizado y qué experiencias ha tenido usted con esto?

Llevo presentando este taller desde hace diez años, junto con un colega de la universidad de Sussex. Comenzamos con 30 o 40 niños en cada taller y desarrollamos la idea de presentarlo con hermosos patrones y un poco de álgebra, algo fundamental. A mucha gente mayor de 20 años le dices que se trata de álgebra y sale corriendo por la puerta, pero observamos que estos niños no tienen problemas con las ideas del álgebra y entre más pequeños son es más fácil que absorban ideas abstractas. Hicimos una cosa muy sencilla y ninguno de los pequeños tuvo problemas para llevarla a cabo, por eso pienso que muchos de ellos, cuando estudien álgebra, resolverán los problemas de manera más fácil. Ahora quiero trabajar con niños todavía más jóvenes, porque considero que entre más tarde empiecen, más difíciles será aprender.

He estado trabajando con muchos grupos, tratando de desarrollar talleres para niños pequeños y el primero fuera del Reino Unido fue en Japón. Tuve en el estudio 50 niños y todo se transmitió por televisión a 800 pequeños a la vez, pues se enviaron los monitores a ocho escuelas, más o menos. El futuro es usar el Internet.

Este año, en Santa Bárbara, Estados Unidos, transmitimos un programa utilizando el Internet ya, porque yo no puedo estar en todas partes del mundo, y esperemos que en el futuro esto llegue a muchas escuelas. Claro que no es lo mismo que estar ahí, pero es mejor que nada, y en Japón intentaremos transmitir por Internet a muchas escuelas y llegar a dos mil niños. En forma similar, como manejamos a 200 pequeños aquí, he hecho talleres en Texas y Alemania, por supuesto en el Reino Unido y ahora en México. Espero que este sea un esquema piloto para otros científicos mexicanos. El profesor Terrones, y su hermano, también profesor, están pensando ya en nuevas maneras de llevar a cabo estos eventos y transmitirlos a otras escuelas muy distantes, a donde ellos no pueden acudir. Es posible ahora usar el Internet y eso es una revolución dentro de la enseñanza, porque la televisión no puede llegar a todas las escuelas para capacitar a los alumnos.

Quiero que todos los países sean capaces de hacer esto, no únicamente los ricos, sino que sólo parezca la idea de un solo científico, sino que exista un gran número de gente para crear una red de talleres, alguien a lo mejor en la ciudad de México que tenga un enlace en San Luis Potosí y otras ciudades. Considero que es una forma muy emocionante, pero tenemos que mejorar la tecnología del Internet que entrará en los próximos años.

¿Cómo sintió el trabajo con los niños mexicanos?

Encuentro que los niños de todo el mundo tienen habilidades enormes para absorber ideas y conceptos, y estoy encantado absolutamente con el entusiasmo y la habilidad de los niños de aquí.

En Inglaterra también he impartido este taller en una escuela local de niños discapacitados que tenían proble-

mas, y ha sido maravilloso observar que ellos intentaban hacer lo que a otros les resultaba muy fácil. Vimos a muchos trabajando con grandes dificultades, pero conjuntamos estos grupos y desarrollamos la manera de que unos niños ayudaran a otros con los monitores modeladores.

Al hablar sobre la gente que nos ayuda, en muchos casos es la primera vez que trabajan con niños pequeños, y hoy fue excepcional por la organización y las ideas con que han contribuido; por ejemplo las playeras con las figuras de carbón que los niños habían dibujado sobre ellas son muy buenas ideas y queremos que pasen a otros grupos. Estos eventos tienen que exhibirse de una manera regular para que los niños continúen siendo estimulados y luego ellos, a su vez, comiencen a pensar en otras cosas. La primera escuela con la que trabajamos construyó su primera geodésica y fue idea de ellos. Creo que es un aspecto importante que los niños acudan con su maestro y piensen en algo que hacer, porque es preciso estimular la creatividad que es la joya en la corona de la raza humana.

¿Qué piensa de la situación actual, cuando inclusive se enseña a los niños a pelear?

Es algo verdaderamente preocupante. Es como si pudiéramos a un pequeño a ver películas de indios y vaqueros; algo que él no entiende en realidad, pero que puede afectarlo en gran medida. Se trata de un problema muy difícil, y creo que son altamente preocupantes disturbios como los de Irlanda del Norte, donde a los niños y jóvenes se les enseña a odiarse entre católicos y protestantes, o cuando veo las entrevistas a los pequeñitos en que dicen soñar con llegar a ser suicidas y observo que rebasan los ocho años y tienen que crecer en medio de odios entre razas, culturas, etc., y lo peor para los niños es aceptar todas esas filosofías que nos separan a unos de otros, pero tampoco considero que se necesite el nacionalismo, pues no me gusta ver a unos aislados de los demás.

Es evidente que existe gente buena, gente honesta que puede ser muy religiosa en cualquier parte del mun-

do, ya sea de Afganistán o Pakistán, hindúes, musulmanes, serbios, protestantes o católicos, judíos, o como el caso de Nigeria, donde fueron masacrados miles de católicos por musulmanes y todos desaparecieron, pero nosotros no supimos de eso. Creo que estamos en una crisis, por la cual hemos de pagar, aunque la religión no es algo que debemos pagar; nada lo merece, pero no entiendo cómo puede continuar este tipo de filosofías en las que todos estamos perdiendo.

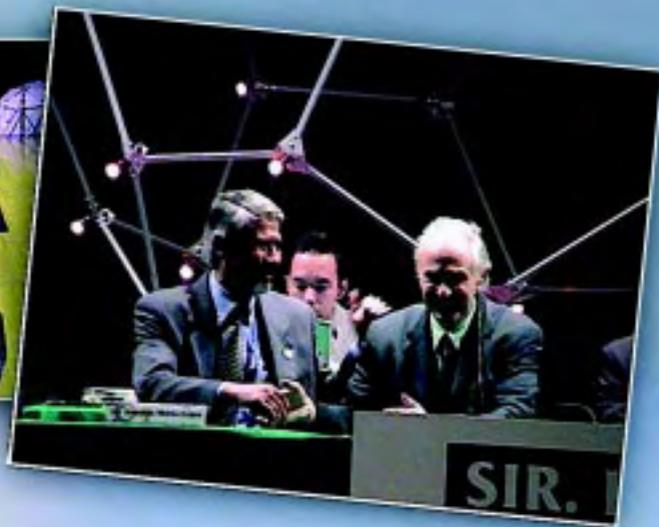
Vivo en un lugar llamado Luis, en Inglaterra, donde hace 300 años los protestantes mataron a innumerables cristianos, y para recordarlo erigieron un monumento. Esa situación todavía se vive, el problema es que ambos lados están convencidos de tener la razón, y mucha gente tiene que sufrir por ello. Podemos esperar que todo se detenga, pero no, la situación sigue igual, y yo no creo en algo en que la gente deba sufrir por sostener determinada filosofía. Debo aclarar que tengo tres religiones: ateísmo, proamnistía internacional y humanismo, esas son mis creencias y considero que con ellas no puedo tener problemas con la gente.

De hecho, considera usted que somos nosotros quienes transmitimos nuestros temores a los niños.

Claro, desafortunadamente los padres son quienes transmiten sus limitaciones a los niños. Muchas veces he recibido correos de pequeños que me preguntan si no quiero convertirme a alguna religión, pero prefiero mantenerme con las tres mías. Un gran ejemplo para mí fue mi padre, un judío que dejó Alemania cierto domingo de 1937 y al lunes siguiente ya estaba la Gestapo en su casa para recogerlo y llevárselo a un campo de concentración.

¿Cómo separar la religión de la ciencia?

No lo sé, es un problema que me gustaría resolver. Crecí como cualquier niño judío, pero para mí no hay problema, sé lo que se puede y lo que no se puede hacer, lo que existe y lo que no existe; para mí, predomi-



na la humanidad. No quiero quitarle el crédito a la gente buena y religiosa en cualquier parte del planeta, pero no es lo mismo ser religioso que un fanático de la religión, y no entiendo dónde está el problema, no sé cómo pararlo. Simplemente, hoy recibí un correo de una persona que me escribe: "Querido Harry, nosotros nos conocimos en 1970 y ahora estoy leyendo un libro que dice que la ciencia ha probado la existencia de Dios" y le contesté: "¿cuál es el problema? tu puedes probar todo lo que quieras y todo lo que necesites, siempre y cuando no dejes de tener los pies en la tierra. Si necesitas de Dios vas a probar que existe y si no, pues no, y yo no necesito de Dios."

Muchos quieren convencerme, pero yo no quiero convencer a nadie, tengo ideas claras y sé que cuando muera simplemente voy a desaparecer, pero hay quien cree que cuando muera irá a otro mundo. Todos podemos creer lo que queramos, siempre y cuando no tratemos de imponer nuestras ideas a los demás. Cuando era un joven consideraba que todo el mundo pensaba o sentía lo mismo que yo, pero después me di cuenta de que no era así, y me pregunté por qué. Es sencillo aceptarlo, y en ello reside la diferencia.

Doctor, es poco común ver a gente como usted haciendo divulgación de la ciencia, ¿qué les diría a las personas que no lo hacen?

En primer lugar, hay que aclarar que no todos los científicos son implícitamente buenos comunicadores, pero no requerimos de un millón de científicos para hacerlo, lo que necesitamos es cierto número de ellos en cada ciudad. Es cierto que deben ir a explicar la forma como opera la ciencia, porque ésta no funciona muy bien; yo le daría un nueve de diez, y todos estaríamos contentos con ese nueve de diez en nuestros exámenes cuando asistimos a la escuela, pero si algo falla hay que entender por qué, pues la ciencia en sí no falla, la ciencia es ciencia, pero la forma en que los científicos analizan los problemas quizá sea el problema.

La ciencia que yo hago es muy sencilla, sin embargo, la que requiere la sociedad a veces sólo es un análisis de

problemas mayores. Nosotros, como científicos, les pedimos a los demás colegas que analicen el ambiente y nos digan si el calentamiento global se debe a la raza humana; pensamos está ocurriendo, pero pasa mucho tiempo para que nosotros tomemos medidas y debemos tener cuidado. Después de todo, aquí en San Luis Potosí, hace mucho frío, así que es preciso tomar precauciones a largo plazo sobre la medición del clima en todo el mundo, pero éstos son experimentos extraordinariamente difíciles, para poder estar seguros de que realmente está ocurriendo el calentamiento global.

También debemos recurrir a otros científicos, que están perforando zonas en la Antártida, para decirnos si el calentamiento global es nuevo o viene de hace cuatro, cinco o seis mil años. Este experimento también es muy difícil, pues sólo nos está diciendo lo que ocurre en la Antártida. El calentamiento global también puede producir bajas temperaturas en muchas regiones, por ejemplo, el Golfo de México tiene una corriente que mantiene caliente la costa de Inglaterra, y a lo mejor se apaga o se pone más fría, pero quizá en forma general el mundo está calentándose. Son problemas extremadamente complejos y los especialistas trabajan en ellos porque resultan muy importantes. Un buen científico dirá quizá que esto ha sido obra del hombre, pero aun cuando no soy experto, considero que tal vez tengan que pasar cien años para estar seguros de que el calentamiento se debe al ser humano, puede que eso sea, pero recuerden que un 5% de los gases del calentamiento global se debe a las termitas, gran sorpresa ¿verdad?.

Mi respuesta es: cuando la gente le pide a la ciencia que dé una explicación sobre infinidad de problemas, es difícil que un buen científico diga que tardará mucho tiempo lograr la respuesta. Tengo un dicho para esto, basándome en el "Ser o no ser, esa es la pregunta" de la obra de Shakespeare, y el científico en esta área, en particular tan difícil, se dirá "Tal vez sí o tal vez no", y esta quizá sea la respuesta. 🌀

¿Qué sabemos
realmente
sobre la

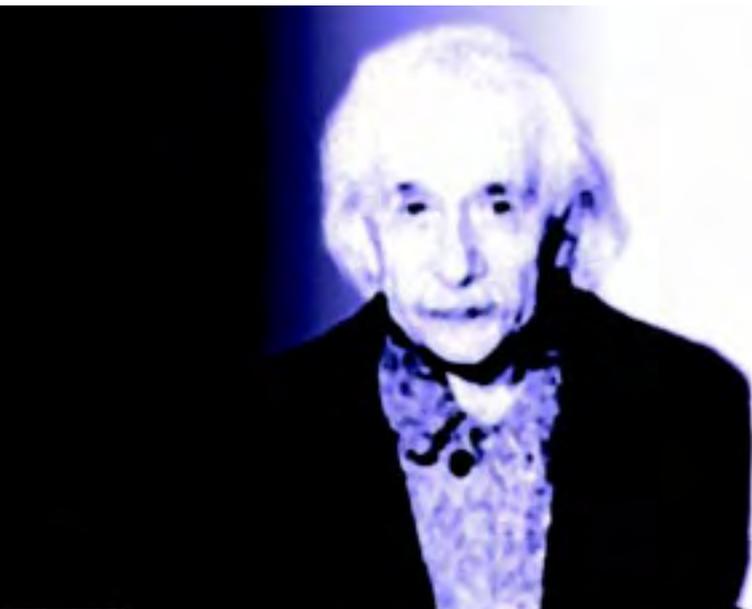
inteligencia emocional?

YOLANDA OLVERA LÓPEZ, BENJAMÍN DOMÍNGUEZ TREJO, ALEJANDRA CRUZ MARTÍNEZ,
ONOFRE ROJO A. Y ESPERANZA VERDUZCO R.

Para clasificar a las personas, tradicionalmente se ha otorgado un peso sobresaliente a lo que conocemos como inteligencia expresada en forma de C.I. (coeficiente intelectual), y de acuerdo con esta idea pensamos que si una persona es considerada inteligente, poseer este atributo tendrá que corresponder con el ejercicio de un pensamiento coherente y un comportamiento racional. Sin embargo, la realidad continuamente ha demostrado que poseer un C. I. elevado no garantiza poseer un pensamiento lógico y un comportamiento racional.



** Financiado parcialmente por PAPIIT IN504997, Conacyt-National Science Foundation y Conacyt Impacto humano del niño, primavera, etapa 1998-1999.*



Ejemplo interesante de lo anterior es Albert Einstein (citado por Hacyan, 1988), uno de los hombres de ciencia más destacados del siglo XX; sin embargo, según datos recientes de sus biógrafos, él no tuvo una vida muy feliz y tranquila, pues sus tres únicos placeres eran el reconocimiento de sus colegas, tocar su violín y pasear en su bote, y en ningún momento mencionó que disfrutara las relaciones familiares o las de carácter amistoso. Por cartas personales de Einstein a sus esposa, subastadas por la casa Christies de New York en 1995, se puede inferir que este científico era un “machista”, que tuvo un comportamiento abusivo y exigente con ella. Este es un caso ilustrativo de incongruencia entre las dos áreas de la inteligencia, una relacionada con el C. I. y la otra con la emocional.

El psicólogo de la Universidad de Harvard Richard Herrnstein (1994) realizó una investigación con estudiantes que tenían los C. I. más elevados en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y encontró que quienes habían sido los más destacados, 20 años después no eran los mejores profesionistas y su calidad de vida era pobre. Ahora sabemos que para ser un buen profesional y tener éxito en el ámbito laboral no es suficiente un C.I. elevado, sino que se requiere de otras habilidades complementarias que tienen que ver con la inteligencia emocio-

nal (I. E.), que Peter Salovey (1997a) definió inicialmente como la capacidad para observar las emociones propias y las de los demás, regularlas y utilizar esta información para solucionar problemas, y posteriormente, Olvera, Domínguez y Cruz (1998) redefinieron la I. E. como la capacidad de un individuo para ejecutar y depurar al menos las siguientes habilidades:

- Observación de sus emociones y las de otros
- Regulación de éstas
- Capacidad de expresarlas oportunamente
- Inclinação reducida para ocultar sus dificultades emocionales y compartirlas socialmente con personas significativas
- Poseer y practicar un estilo de afrontamiento adaptativo
- Mantener una esperanza elevada (perseverando en sus metas)

Ambas definiciones destacan el papel que las emociones juegan en el comportamiento humano, lo que se ha reconocido desde hace mucho tiempo por los psicólogos, sociólogos, filósofos y ahora los médicos. Las emociones han sido abordadas desde diferentes ángulos, y uno de los más populares considera que son causantes de la completa pérdida de control y constituyen una perturbación aguda del individuo como un todo (Young, 1936); según estos puntos de vista, son respuestas desorganizadas y ampliamente viscerales, pero abundando en esta perspectiva, el hecho de exteriorizar las emociones se ha llegado incluso a considerar como un signo de debilidad; por ejemplo, en nuestra cultura se fomenta que los hombres deben practicar un control absoluto de las emociones o, de lo contrario, son etiquetados como frágiles o débiles, lo cual afecta su masculinidad.

Históricamente, fue Publiluis quien aseveraba un siglo a. C.: “Regula tus emociones, no dejes que ellas te regulen a ti”. , pero Aristóteles también se ocupó de las emociones en su libro *Ética nicomaquea* (IV-V) al declarar: “cualquiera puede enojarse, eso es fácil, pero enojarse con la persona indicada, por el motivo correcto,

con la justa intensidad y de la manera apropiada, eso no es "fácil."

Por su parte Darwin (1872) argumentó que las emociones podían también ser inteligentes, y Leeper escribió en 1948 que éstas activan, sostienen y dirigen la actividad. De manera complementaria, Domínguez y Olvera (1999) señalaron que las emociones regulan el comportamiento y, además, desempeñan un papel adaptativo, constituyendo un verdadero repertorio de supervivencia. Un ejemplo de ello se presenta cuando una persona va caminando por una calle oscura y la emoción provocada por el miedo le puede servir para mantenerse alerta y quizá caminar más rápido o cruzarse a la otra acera, voltear para todos lados, etc. y, finalmente, sobrevivir.

Salovey (1997a), por su parte, ha sostenido que: "La pasión puede servir a la razón", y Gardner, autor del libro *Inteligencias múltiples* (1983) resaltó la importancia de tener acceso a emociones y sentimientos, y discernir entre ellos, además de poderlos rotular y ubicarlos en códigos simbólicos que sirvan para guiar el comportamiento. Salovey y sus colaboradores (1997b) realizaron una investigación en la que preguntaron a los sujetos sobre el control de sus impulsos y encontraron que quienes informaron tener dificultad para regular sus emociones acudieron más veces al médico que aquellos que manifestaron tener poca dificultad en controlar las negativas; por lo tanto, aprender a controlar las emociones y principalmente las de tipo negativo puede influir en la salud.

En la actualidad sabemos que el estrés psicológico constituye una relación particular que se presenta entre el individuo y su entorno, evaluado por el sujeto como amenazante y desbordante en cuanto a sus capacidades, y que pone en riesgo su bienestar. (Lazarus y Folkman, 1984). Hasta ahora se han identificado dos tipos de estrés, uno positivo y otro negativo. El *eustrés* (positivo) ayuda a los individuos a mantenerse alertas o avisados para ejecutar eficientemente tareas profesionales, académicas o familiares; así, un policía que no sienta *eustrés* quizá pierda la vida; en cambio, si se mantiene hiperalerta puede lograr lo contrario. El llamado *distrés* (negativo) es aquel que bloquea a las personas y les impide desarrollar sus

actividades adecuadamente; un ejemplo es el estudiante nervioso a quien durante el examen "se le borra todo" lo que estudió un día anterior.

La inteligencia emocional y el estilo de afrontamiento¹

Uno de los elementos importantes para el desarrollo de la I. E. son los estilos de afrontamiento adaptativo, que están relacionados con tener pensamientos agradables, buscar solución a los problemas, relajarse, etc. Sin embargo, existen tipos de afrontamiento menos adaptativos como es la rumiación, definida por Salovey (1997a) como el enfoque pasivo de pensamientos desadaptativos o catastróficos: "Si yo hubiera contestado, si hubiera llegado antes"; insistir en los fracasos y ahogarse en lamentos es un estilo muy común y generalizado.

La rumiación tiende a alargar e intensificar los periodos depresivos; además, las personas en este estado tienden a aislarse, y las habilidades del individuo se ven mermadas, lo que disminuye la probabilidad de que pueda resolver exitosamente un problema. Otro ejemplo de la rumiación es el caso de una alumna al regresar a su casa a las 11:00 pm., en el automóvil de su padre y con sus hermanos menores (15, 12, y 7 años). El padre bajó para abrir la puerta de la entrada de su casa y sorpresivamente aparecieron cuatro delincuentes que los amenazaron con pistolas y los bajaron del auto para llevárselo. Durante varias horas, toda la familia quedó perturbada; y al siguiente día lo estuvieron platicando con amigos y otros familiares y poco a poco se fue desvaneciendo la ansiedad que les produjo el evento traumático. Desafortunadamente esto no ocurrió con toda la familia, pues el padre de esta alumna continuó rumiando: "si no hubiéramos salido, no hubiera pasado nada", "Si hubiera abierto la puerta de la cochera más rápido", "Si..., Si...". Pensar de esta manera sólo alarga el proceso rumiatorio e impide plantearse una solución para resolver el problema.

¿Cómo romper con el ciclo de la rumiación? Quiénes pueden identificar y expresar con mayor claridad sus emo-



ciones se recuperan más rápido de sus estados depresivos y muestran, con el paso del tiempo, una reducción de los pensamientos negativos, caso contrario al de los individuos con baja claridad, que continúan rumiando. Ganar claridad emocional parece que ayuda al individuo a romper con el ciclo de la rumiación, y a realizar actividades personales placenteras (bailar, cantar, escuchar música, etc.), que también tienen efectos en la disminución de las ideas rumiativas. Las personas que aprenden a moderar sus emociones negativas y a resaltar las placenteras son las que rompen más rápidamente con el círculo rumiatorio, lo que posteriormente les permitirá plantearse opciones para resolver su problemática.

Pennebaker (1995) ha trabajado con un modelo de escritura emocional, consistente en pedir a las personas que escriban sobre un hecho traumático, reciente o antiguo, que de preferencia, no hayan comentado con alguien. El resultado de estos trabajos de investigación ha sido que las personas, cuando revelan las emociones que estuvieron relacionadas con un hecho traumático, se ven beneficiadas en su salud física y psicológica. Los pensamientos y sentimientos asociados con una experiencia traumática se vuelven más organizados y estructurados progresivamente por medio de las continuas revelaciones escritas.

Hasta este punto se puede concluir que la I.E. es importante por lo siguiente:

1. Las personas con niveles bajos de I.E. y además vulnerables al estrés, pueden sufrir problemas más frecuentes de salud. En general, hemos observado que los individuos con enfermedades crónicas degenerativas, como el cáncer o la diabetes, tienen además serias dificultades para reconocer sus emociones y las de otros.
2. Las investigaciones mencionadas sustentan la posibilidad de ofrecer cada vez a mayores sectores de la población contactos fructíferos con áreas del conocimiento psicológico especializado. El desarrollo de los componentes hasta ahora conocidos de la I.E. puede promoverse con experiencias apropiadas de aprendizaje a corto plazo; por ejemplo, con el manejo del estrés,² es posible iniciar la capacitación preventiva en individuos jóvenes.
3. La I. E. permite mejorar nuestro desempeño laboral, académico, social y familiar. En general, ya no es suficiente tener sólo un nivel elevado de C.I., también es conveniente desarrollar, además, un nivel aceptable de I.E. Algunas profesiones, por el tipo de actividad que realizan, requieren de candidatos que posean niveles equivalentes de coeficiente intelectual e inteligencia emocional; así el ingeniero en electrónica a cargo del control de vuelos de un aeropuerto, aun cuando tenga una preparación técnica muy sólida, requiere también de un repertorio emocional amplio, pues sus limitaciones emocionales pueden tener consecuencias dramáticas en su desempeño profesional, de la misma manera como sucedería con un cirujano a cargo del servicio de emergencias o un policía responsable de la seguridad de determinada población. Si un maestro se enoja y pierde el control, lo más grave que puede ocurrir es que aviente el borrador y descalabre a uno de sus alumnos; en cambio, un controlador aéreo, un policía, un psicólogo o un médico pueden poner en riesgo a otras poblaciones.
4. Por lo anterior, consideramos necesario comenzar a utilizar los conceptos de I.E. en la selección de mejo-

res candidatos para la educación superior, los cuerpos policíacos, los servicios de emergencia, tanto médicos como psicológicos, y para las áreas de impartición de justicia, etc.; es decir, donde se requiere que las

personas sean no sólo inteligentes y capaces de tomar decisiones oportunas, sino también sensibles y atinadas para la convivencia humana. 🌐

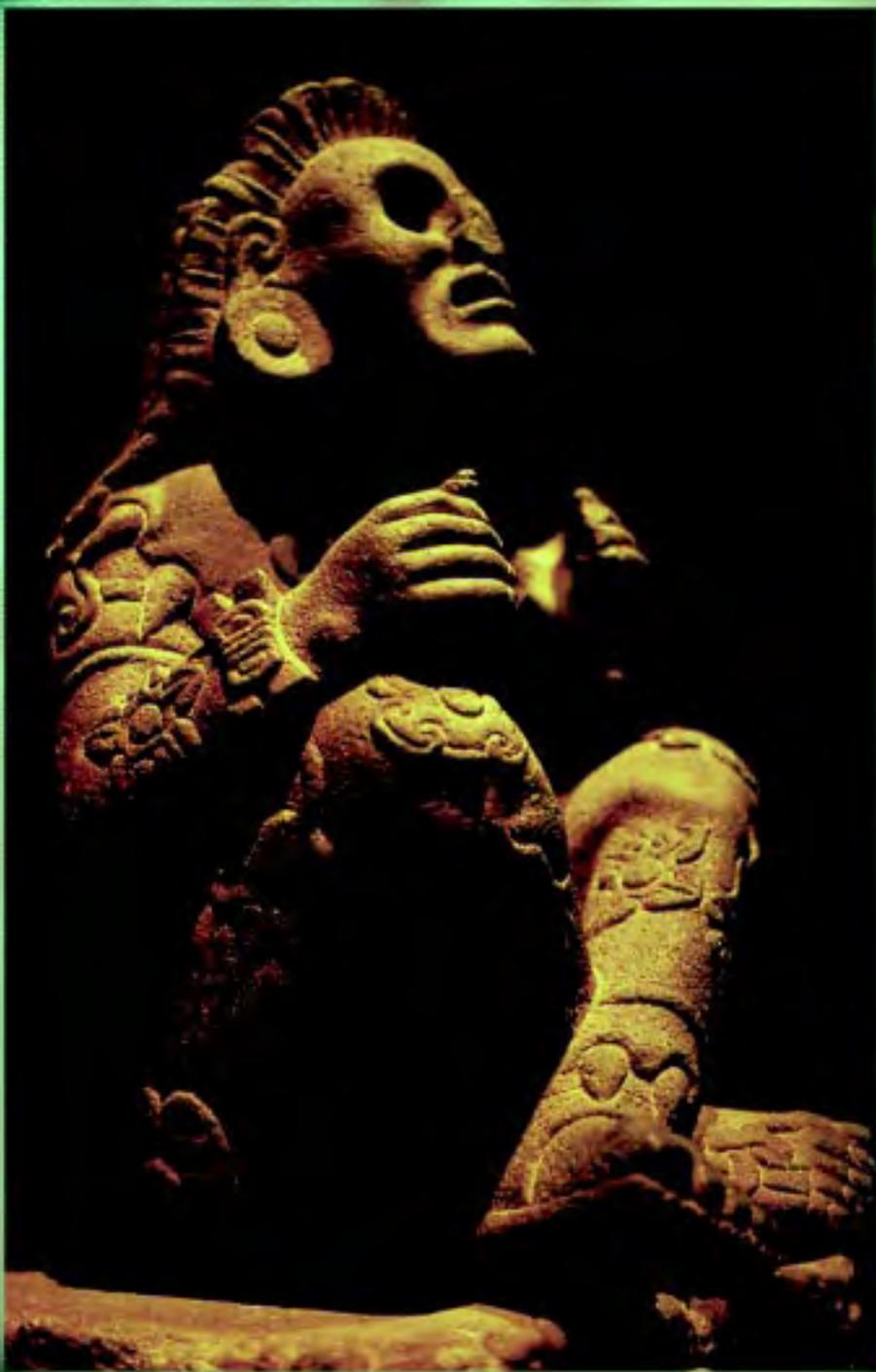
Referencias

- Cortés, J. F.; A. Cruz; B. Domínguez; Y. Olvera; O. Rojo, y E. Verduzco "La inteligencia emocional como factor determinante en el desempeño académico y profesional", *Investigación Hoy*, septic., 1999, IPN, pp. 32-43.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Chicago, 1995, University of Chicago Press.
- Domínguez, B., e Y. Olvera. "La importancia de sentirse mal", *Ciencia, Arte: Cultura, nueva época*, año 5, vol. 2, núm. 26, julio-agosto, 1999, IPN.
- Hacyan, S. *Cuando la ciencia nos alcance*, México, 1988, Fondo de Cultura Económica pp. 18-20.
- Gardner, H. *Estructuras de la mente. La Teoría de las Inteligencias Múltiples*, México, 1983, Fondo de Cultura Económica.
- Herrnstein, R., y Ch. Murray, *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*, New York, Press, 1994.
- Lazarus, R., y S. Folkman, *Estrés y procesos cognitivos*, México, 1984, ed. Planeta.
- Leeper, R. W. "A Motivational Theory of Emotions to Replace Emotions as Disorganized Response", *Psychological Review*, 55, 1948, pp. 5-21.
- Olvera, L.; B. Domínguez; y A. Cruz. "Vínculos entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico en estudiantes mexicanos de ingeniería", *Memorias del Congreso Mundial de Terapias Cognoscitivas y Conductuales*, IPN, Acapulco, Gro., México, julio 21-26, 1998, p. 247.
- Olvera, L.; B. Domínguez; A. Cruz; E. Verduzco; O. Rojo; y J. F. Cortés. *Manual inteligencia emocional para profesionistas en el ámbito laboral e industrial*, México, 2000, UNAM-IPN.
- Pennebaker J. W., and M. E. Francis. Cognitive, Emotional and Language Processes In Disclosure, *Cognition & Emotion* 10 (6), 1996, pp. 601-626.
- Salovey, P.; B. T. Bedell, and J. B. Detweiler. Coping Intelligently: Emotional Intelligence and the Coping Process, en C. R. Snyder (ed.), *The Psychology of Coping*, Nueva York, 1997a, Oxford University Press.
- Salovey, P., and D. Salyther, (eds.) (1997b). *Emotional Development and Emotional Intelligence: Implications for Educators*, Nueva York, 1997b, Basic Books.
- Young, P. T. *Motivation of Behavior*, Nueva York, 1936, John Wiley & Sons.

Notas

- 1 El término de afrontamiento se refiere a los esfuerzos cognitivos y conductuales constantemente cambiantes, que se desarrollan para manejar las demandas específicas externas e internas que son evaluadas como excedentes o desbordantes de los recursos del individuo (Lazarus y Folkman, 1984).
- 2 El manejo del estrés o la autorregulación emocional están asociados con la habilidad que tenemos para ponernos tranquilos y relajados; y de esta manera ser capaces de pensar objetivamente (Olvera, Domínguez, Cruz, Verduzco, Rojo, Cortés, 2000).

*El dios de la primavera,
Xochipilli, es un personaje
en "éxtasis", que lleva una
máscara y sobre su traje
varias flores y hongos
alucinógenos esculpidos.*



*Me habló de la marihuana, de la heroína, de los hongos, de la llaguasa.
Por medio de las drogas llegaba a Dios, se hacía perfecto, desaparecía.
Pero yo prefiero mis viejos alucinantes: la soledad, el amor, la muerte.*

Jaime Sabines

La droga, la mente y el cerebro

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ Y MARÍA EUGENIA RAYA PÉREZ

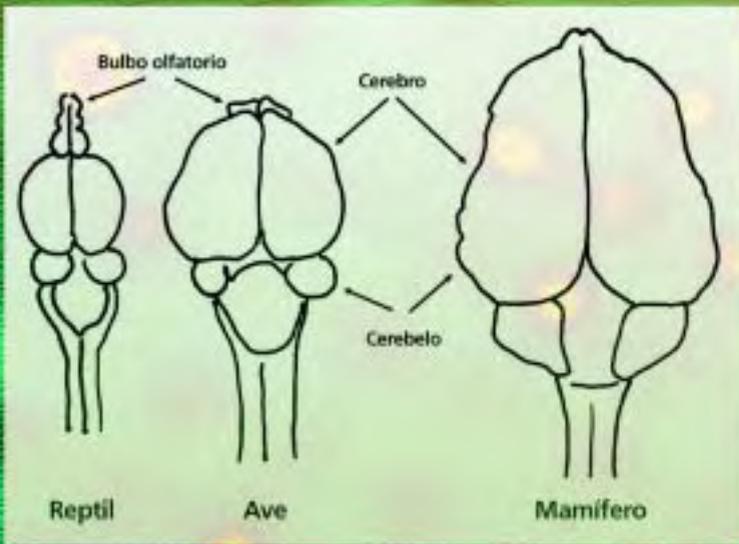
N

El encéfalo

uestro encéfalo es producto de la evolución ocurrida durante millones de años, o si queremos remontarnos aún más atrás, de cientos de millones; es el órgano más evolucionado de los que conocemos y el que nos permite tener conciencia de nosotros mismos, y éste resulta es muy costoso, metabólicamente hablando, por lo cual es necesario utilizarlo eficientemente. El encéfalo de los mamíferos se divide en tres partes principales, el rombencéfalo o cerebro posterior, el mesencéfalo o cerebro medio y el prosencéfalo o cerebro anterior, que es la parte más prominente e identificada precisamente con la palabra cerebro. El posterior está constituido por la médula oblonga y el cerebelo, y en él se hallan los centros vasomotor, cardíaco y respiratorio; el cerebelo se encarga de la coordinación muscular y de mantener la postura del cuerpo. En el mesencéfalo está la formación reticular, que constituye una especie de filtro, ya que los hemisferios cerebrales no responden a los estímulos sensoriales a menos que sean activados por ella, en tanto que dichos hemisferios se encuentran en el prosencéfalo y ahí tienen su asiento la conciencia, el pensamiento, la memoria y la personalidad.



Las drogas provocan la destrucción del usuario y de su familia, y llevan a la ruina todo el edificio construido alrededor.



El aumento del tamaño del cerebro es claro al observar los relativos al encéfalo de reptil, ave y mamífero, convirtiéndose en estos últimos en un gran centro integrador.

En los primates, los pequeños cambios en el tamaño relativo del cerebro han provocado grandes transformaciones de la corteza (prosencefalo), lo que ha llevado a usar esta estructura extra del cerebro como un integrador de propósitos generales, dándole ventajas al organismo. Esto se debe a que si un animal es seleccionado, por ejemplo, para localizar la comida, los objetos o a otros animales mediante el oído, lo más fácil es cambiar la duración de la neurogénesis del cerebro entero, no sólo del área de interés, lo cual abre la posibilidad de que se afecten muchas otras áreas o características etológicas (del comportamiento), además de la que estaría directamente bajo presión selectiva.

La inteligencia, también relacionada con la corteza cerebral, es difícil de medir, y con esta finalidad se le ha dividido en inteligencia analítica, creativa y práctica, ha proponiendo que tiene su asiento en el lóbulo frontal, y un elemento importante de ésta puede ser la capacidad para manejar muchas posibilidades en la mente, y procesar palabras, objetos o ideas en corto tiempo. Esta zona también es orquestadora de la "memoria de trabajo", que permite manipular y manejar muy brevemente la información necesaria para comprender, razonar y planear, y precisa de la ayuda de varias áreas del cerebro dependiendo de si se requiere recordar objetos, lugares o palabras. El cerebro procesa la información y nos da una percepción ya condicionada o "filtrada"; así, lo que nosotros vemos no es la imagen de la retina, sino una neural, formada en la corteza que ha sido ajustada, ya sea porque fijamos nuestra atención en determinado punto o porque actúan mecanismos involuntarios que interpretan lo que se recibe. Cuando se pide a un sujeto que discrimine objetos, basándose en el color, el movimiento o la forma, aunque éstos sean los mismos, las áreas del cerebro que se activan dependen de la característica en la que se concentre la atención. Si se le pide que recuerde un rostro, entra en funciones una área, y si se trata de recordar el nombre, se activa otra.

Durante el desarrollo del cerebro, si no hay liberación de neurotransmisores en las sinapsis, puntos en que las neuronas establecen contacto no directamente sino a tra-

vés del espacio sináptico que queda entre ellas, no se impide el ensamble normal de éste, pero cuando se completa su desarrollo, si no existen vesículas con neurotransmisores para vaciarlas en el espacio sináptico, entonces se presenta una gran neurodegeneración, pues para mantener activas las neuronas y las sinapsis funcionales se requiere de la liberación de estos mensajeros químicos.

La mente es la expresión de la actividad del cerebro y ésta se da, básicamente, mediante la liberación de los neurotransmisores que desencadenan las corrientes eléctricas (potenciales de acción) que viajan a través de los axones y establecen las conexiones entre unas y otras neuronas, integrando finalmente la actividad cerebral por áreas o, incluso, como un todo. La liberación de neurotransmisores, los potenciales de acción y las sinapsis pueden explicar la compleja actividad cerebral de la mente. Se han preguntado por ejemplo, ¿qué neuronas, o qué circuitos se activan cuando alguien se dedica compulsivamente a los juegos de azar, como es el caso del personaje de *La piel de zapa*, de Balzac, o el de *El jugador*, de Dostoievski?

Algunas enfermedades neurológicas

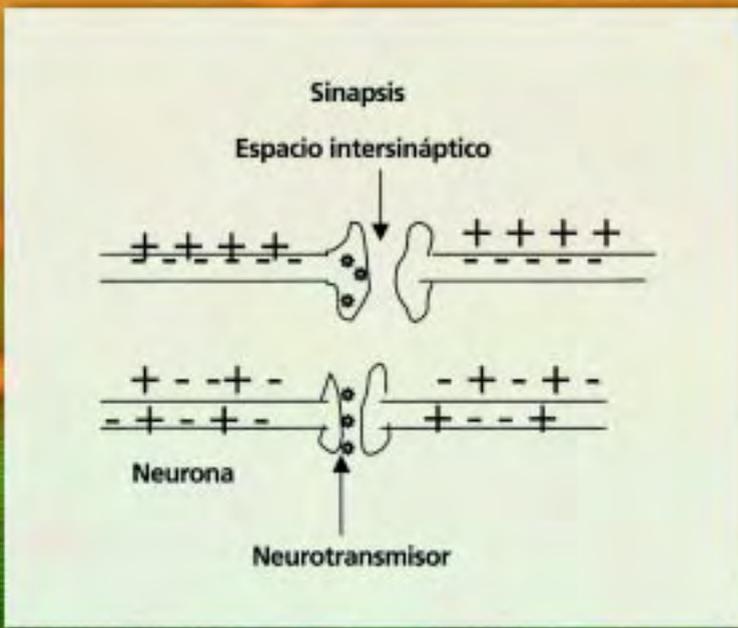
Las manifestaciones de las enfermedades, los efectos de las drogas, las disfunciones que ocasionan aquéllas, o las actividades que desencadenan éstas en las neuronas del cerebro pueden detectarse por los cambios en la conducta o en el lenguaje. Otras técnicas, como la tomografía de emisión de positrones, permiten observar qué áreas del cerebro se activan cuando el paciente está realizando alguna tarea específica, y construir una imagen tridimensional del cerebro, posibilitando, por ejemplo, detectar el inicio de la enfermedad de Parkinson mucho antes que mediante la diagnosis tradicional. Con la combinación de la genética clásica y las técnicas de la biología molecular es posible encontrar más de 50 genes relacionados con desórdenes neurológicos, sentando así una base en el cuerpo para algo que parece abstracto, como la pérdida de la memoria o la demencia.

La melancolía es el más común de los desórdenes del

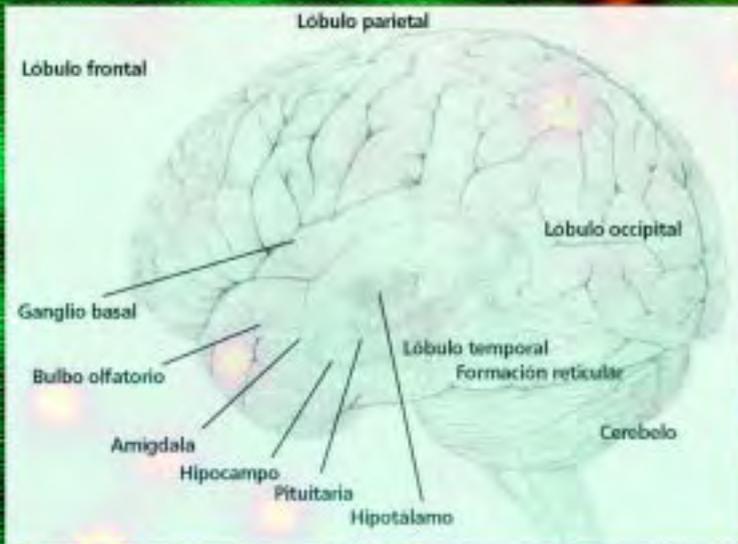
humor o estado de ánimo, presentándose con ella anorexia, alteración de los ritmos diurnos, dificultad para concentrarse y sentimientos de infelicidad y culpa. Las lesiones en la parte frontal izquierda del cerebro están asociadas con este tipo de desorden, pero también la amígdala, el tálamo y el hipocampo, que forma parte del sistema límbico situado bajo la corteza y encima del tallo cerebral, centro que controla las emociones. En la melancolía, la alteración de los ritmos diurnos se explica al haber mayor actividad en la amígdala, que dispara la liberación de la hormona adrenocorticotrópica, y provoca a su vez un aumento en la liberación de corticosteroides; estas hormonas se liberan, por ejemplo, después de que un animal ha sido sometido a una situación de estrés y el efecto de la adrenalina ha pasado, causando una disminución abrupta en los niveles de azúcar y de sal en la sangre y bajando la presión sanguínea, lo cual permite al animal adaptarse al estrés prolongado, y por sus efectos, también lo preparan para la hibernación.

En la enfermedad de Huntington (mal de San Vito), que provoca demencia, rigidez, y epilepsia en los pacientes jóvenes, la repetición de un triplete de bases en el ADN (ácido desoxirribonucleico), el llamado CAG, ocasiona el alargamiento de poliglutamina en la proteína, y las variaciones en el número de éstos, repetidos, pueden explicar las diferencias que se observan entre parientes afectados; cuando hay más de 37 de los repetidos se observa muerte neuronal selectiva en el ganglio basal, en tanto que la presencia de más de 60 origina que el desorden se inicie de modo temprano. La falta de ácido γ -aminobutírico (GABA), un neurotransmisor, es muy severa en el ganglio basal y provoca movimientos parecidos a la danza en estos pacientes.

En la esquizofrenia (que en griego significa cerebro dividido), el individuo sufre alucinaciones, que son experiencias sensoriales ocurridas sin un estímulo externo, las cuales pueden ser visuales, táctiles, olfatorias o gustativas. Hay el doble de hombres que padecen esquizofrenia en comparación con las mujeres, y se ha descubierto que en ellos el lóbulo parietal inferior, involucrado en el lenguaje y la atención es 16% más peque-



Una neurona establece contacto con miles de ellas a través de las sinapsis, y así, liberando los neurotransmisores en estos espacios, se logra la despolarización de la neurona que recibe el mensaje.



Esquema general del encéfalo, donde se señalan algunas de las regiones más prominentes.

ño de lo normal. Las alucinaciones visuales son, además, comunes en gran variedad de estados psicóticos inducidos por drogas como el LSD o ácido lisérgico (delirium tremens), y cuando se consumen hongos alucinógenos, la persona encargada de llevar el ritual parece adquirir la facultad de la ventriloquía, es decir, en realidad el efecto de los hongos sobre el cerebro hace que el consumidor crea escuchar la voz del guía como si viniese desde distintos puntos o direcciones, a veces cerca, a veces lejos, como un murmullo o en voz alta. El blanco del LSD y de ciertos antipsicóticos, como la clozapina, es el receptor 2A de serotonina, un neurotransmisor; los estrógenos, hormonas sexuales femeninas, aumentan la concentración del receptor en la corteza frontal, en el bulbo olfatorio y en el ganglio basal, regiones a donde llegan los axones de las neuronas serotoninérgicas. Cuando se castra a un animal, los receptores 2A y los transportadores de serotonina disminuyen, ilustrando la importancia de los neurotransmisores y sus receptores para el estado funcional de la neurona. Las drogas son capaces de afectar todo este delicado balance, para llevar el cerebro a un estado distinto, que afecta también la mente e, incluso, destruye este órgano tan sorprendente y su manifestación más preclara, la inteligencia.

En el caso de la enfermedad conocida como "de las vacas locas" (*scrapie*) o encefalopatía espongiforme, se sabe que el agente causal son los llamados priones, proteínas que adoptan una conformación distinta a la normal y son capaces de inducir a otras de su misma clase a adoptar esta conformación; algo alarmante es el hecho de que, aún después de procesada la carne proveniente de animales enfermos, los priones mantienen su capacidad de inducir cambios en las proteínas de los organismos que las consumen, aunque en su mayoría parecen no tener efectos sobre las proteínas de especies distintas a aquélla de la cual provienen. En algunos animales muertos a causa de este padecimiento se encontraron placas amiloides, como ocurre en la enfermedad de Alzheimer, que provoca pérdida de la memoria a corto plazo, seguida por demencia progresiva, desorientación e impedimento del juicio y el razonamiento, y en las paredes de los

vasos sanguíneos del cerebro se observan placas seniles y depósitos difusos. Las placas seniles están formadas principalmente por la proteína amiloide, proveniente de la proteína precursora, y ésta promueve la sobrevivencia y el crecimiento neuronal *in vitro*. La precursora amiloide se codifica en el cromosoma 21, pero una mutación en el cromosoma 14 también está implicada y parece ser más importante para la aparición y el desarrollo de la enfermedad, al final de la cual hay muerte neuronal extensiva de las neuronas que liberan acetilcolina en la corteza cerebral.

Las drogas como las anfetaminas y la cocaína ejercen su efecto al prolongar la influencia de la dopamina, un neurotransmisor, sobre sus neuronas blanco. El tegmen ventral y la sustancia nigra son los centros donde se procesan los estímulos de recompensa, lugar de actuación de estas drogas, y así las ratas a las que se enseña a autoestimular eléctricamente esta parte del cerebro prefieren hacerlo que ocuparse de comer o tener relaciones sexuales. Por su parte, la marihuana tiene como principio activo el tetrahidrocanabinol, que se liga al receptor canabinoide CB, que une específicamente este tipo de ligandos y es abundante en regiones como el cerebelo, la sustancia nigra y el globus pallidus, que contribuyen a los efectos de la marihuana sobre el control motor y la coordinación, pero en el hipocampo también hay receptores del tipo CB y median la memoria a corto plazo. El ligando endógeno de estos receptores es la anandamida, proveniente de los lípidos que se hallan en la membrana celular.

Los receptores de glutamato y GABA (ácido γ -aminobutírico), dos neurotransmisores, participan en la muerte neuronal los recién nacidos expuestos al alcohol, que a su vez bloquea los de glutamato, llamados NMDA, y activa los de GABA, provocando muerte celular. El glutamato es liberado cuando se requieren señales excitadoras rápidas, como ocurre durante la visión y el aprendizaje, teniendo un efecto inhibitorio sobre dichas señales. Estos receptores, los NMDA, se localizan también en el hipocampo, zona muy importante para el aprendizaje, y durante el reforzamiento de éste o de la memoria se re-

fuerzan las conexiones de las neuronas y hay nueva síntesis de proteína. En los Estados Unidos, el 20% de las mujeres que acostumbran consumir alcohol continúan bebiendo durante la preñez, y de cada mil recién nacidos, uno presenta síndrome fetal de alcohol, caracterizado por anomalías faciales, crecimiento retardado, problemas de la memoria y el aprendizaje. La gran mayoría de los consumidores de drogas mezclan unas con otras, por ejemplo pastillas con alcohol, o heroína con cocaína, y esta mezcla tiene el efecto que ellos llaman “rebote”, porque “te da para arriba y para abajo”, y a ratos los pone eufóricos o en otros los deprime. Las drogas sintéticas también presentan este tipo de efecto, aunque las de diseño se preparan según las necesidades del usuario, ya sea que quiera “subir” o “bajar”.

Otros aspectos para los cuales se ha encontrado un sustrato neuronal, son los sentimientos de empatía, probablemente el lenguaje e, incluso, el comportamiento social. Un tipo de neuronas, bautizadas con el nombre de neuronas espejo, se acciona cuando un sujeto ve a otro que está haciendo lo mismo que él; éstas se localizan en el lado izquierdo, por encima del surco superior, en una área llamada de Broca, tradicionalmente asociada con el lenguaje, y es muy probable que algunas de las drogas afecten esta área y este tipo de neuronas, impidiendo la expresión, la habilidad manual y hasta la empatía, o la identificación con otros al solidarizarse con ellos y al compartir los mismos sentimientos. Es posible que también afecte otras áreas relacionadas con la conciencia, pues los adictos parecen no darse de cuenta del estado de postración en que se encuentran al perder la conciencia de ellos mismos.

Los orígenes de la drogadicción

Los motivos para usar drogas pueden ser la curiosidad, lograr la aceptación en determinado grupo (pandilla), o simplemente matar el tiempo. Los niños de la calle usan la “mona” (inhalantes) para olvidar el hambre, pero también el dolor, pues el sufrimiento fisiológico es un estímulo de alerta respecto a la presen-

cia de algo dañino o peligroso, que se percibe por medio de sensores (nociceptores) y desencadena potenciales de acción en las neuronas, y en la médula espinal pasan por el tálamo hasta llegar a la corteza. El dolor también tiene dimensiones afectivas, y tal sensación con frecuencia es más intensa que otras y va acompañada de deseos de escape, de que termine o se reduzca; este puede ser otro de los motivos para aficionarse al consumo de drogas, pues el hecho de ser o no percibido claramente por quien lo sufre induce a tratar de escapar de él o por lo menos de mitigarlo, mediante el uso de éstas. Al principio, la reincidencia en el uso de las drogas puede estar ligada a las sensaciones que producen, como es no percibir el dolor ni el paso del tiempo, sentirse liberado del cuerpo y como flotando en el espacio, olvidarse de los problemas y tener visiones maravillosas y, aunque no con todas ellas, el consumo continuo provoca cambios drásticos en las neuronas, y dependencia fisiológica, lo que hace mucho más difícil dejarlas. Además, en general, causan dificultades para expresarse, lo cual indica que afectan una habilidad tan complicada como es el habla, y los consumidores no le encuentran gusto o sentido a los aspectos espirituales, aunque la marihuana parece reforzar la tendencia hacia este tipo de cosas, en tanto que la cocaína torna violentos a quienes la consumen. Por su parte, las pastillas (sedantes) desinhiben, y más que con las otras drogas se presenta la tendencia al robo. Las alucinaciones pueden provocar que se confunda a los propios familiares o a otros seres humanos con monstruos o entes a los que hay que exterminar. Así de poderoso es el efecto de las drogas sobre el cerebro, sobre su actividad y, de manera paradójica, sobre el dolor, que causan en mayor medida que el que inhiben, y es inexplicable que, con el cuerpo consumido por ellas, los usuarios sigan buscando su dosis. Los adictos llegan a ser una llaga viva, entes tan sólo empeñados en consumir la droga, de quienes se podría decir que logran separar la mente del cuerpo, pues no teniendo ya músculos o venas donde recibirla, o con el tabique nasal deshecho, continúan “metiéndosela” a cualquier costo.

El caso de los atletas que se dopan merece considerarse, ya que las exigencias para lograr cada vez mejores mar-

cas los orillan a consumir drogas a fin de permanecer entre los ganadores, y parecen olvidar que en los juegos olímpicos de Roma (1960), siete ciclistas murieron de forma repentina por esta causa, lo mismo que otro en el tour de Francia en 1967. De acuerdo con varias estimaciones, el 40% de las mujeres del equipo estadounidense que asistió a Seúl tomó esteroides, pese a dar resultado negativo en los exámenes. Otro tipo de adicciones, como la relacionada con Internet, requiere de atención pues también trastorna la vida y el entorno de los cibernautas, aunque según estudios preliminares la adicción al ciberespacio no provoca cambios de carácter neuronal, como los observados con el uso de drogas tradicionales. Aficionarse al consumo de drogas es entrar en un lento pero seguro proceso de autodestrucción. Los caminos de quien las emplea consisten en vencer su adicción (con ayuda de la familia, los grupos de apoyo y la sociedad) o morir a consecuencia de las mismas. Afortunadamente, de acuerdo con la ONU, ha disminuido la producción mundial de drogas, pero se calcula que hay aún 180 millones de consumidores en todo el mundo.

En prácticamente todas las culturas de todos los tiempos se han conocido y empleando plantas y hongos como los “derrumbes” (*Psilocybe caerulescens*), que producen efectos sobre el sistema nervioso central y de los cuales se extrae lo que ahora conocemos como drogas. En esas culturas o pueblos, sin embargo, la mayoría de ellas se utilizaban en ceremonias mágico-religiosas y, por lo tanto, el consumo era restringido, como en el caso de los hongos, las semillas de dondiego (*Morning-glory*), la *Turbina corymbosa*, la *Heimia salicifolia* y la *Quararibea funebris* en Mesoamérica, o la liana alucinógena (*Banisteriopsis caapi*) en el Amazonas, la amapola (*Papaver somniferum*) y la belladona (*Atropa belladonna*) en el Mediterráneo, y el ti (*Cordyline fruiticosa*) en las islas del Pacífico sur. El uso de otras plantas, como el toloache (*Datura stramonium*), era de hecho, aún más restringido, tal vez porque los efectos sobre el sistema nervioso son todavía más perniciosos y la gente puede quedar convertida en “zombie”. Hay otros casos en los que, sobre todo al tratarse de plantas con efectos menos poderosos, el uso está extendido am-



Los deportes son una buena alternativa para el ocio y la necesidad de integración a algún grupo de mujeres y hombres, sobre todo jóvenes.

pliamente, como la coca (*Erythroxylon coca*) en el Perú, en forma de té, y el tabaco (*Nicotiana tabacum*) utilizado en toda América, además de otras como el café (*Coffea arabica*) que tienen efectos estimulantes, lo mismo que el mate (*Ilex paraguariensis*) y el té chino (*Camellia sinensis*). También es cierto que en el pasado, el ritmo de vida era otro y, dada la gran cantidad de tiempo libre del que se disponía –sobre todo pensando en las sociedades de cazadores-recolectores–, una manera aceptada y aceptable de pasar el tiempo podía ser consumir algunas de estas plantas. En cuanto a los hongos alucinógenos, un caso muy conocido fue el de María Sabina, pero éstos se ingerían en una ceremonia sagrada y sólo en caso de algún problema o necesidad, para consultar a los dioses. Antonin Artaud, escritor francés, viajó a México a fin de asistir a una ceremonia de este tipo, pero él estaba interesado en probar el peyote (*Lophophora williamsii*) en la Sierra Tarahumara, y tenía la idea de que en esta forma se podía volver efectivamente a los orígenes, aprehender la esencia. La problemática de las drogas es tal, que sin duda se requiere de un cambio de actitud en aspectos como la inducción al consumo inmoderado de todos esos productos y el hedonismo sin medida. La época actual, llena de desencuentros, parece inducir a muchas personas hacia las drogas, sobre todo a los jóvenes que aún no han sido capaces de insertarse en la actividad frenética de la vida moderna, en la que ya están inmersos sus padres y los demás adultos; ante esto, puede recordarse la actitud de Gregorio López, el anacoreta de las Indias Occidentales, de quien escribió Fernando Benítez: “Aunque no recibía ayuda de los Ángeles ni consuelo celestial parece esperar, lleno de firmeza, con helada resolución, la inminente acometida del demonio.”

Bibliografía

- lbright; T.D.A.; T.M. Jeseell; E.R. Kandel, y M.I. Posner. “Neural Science: A Century of Progress and the Mysteries that Remain”, *Cell* 100, 55, 2000, (suplemento).
- Wasson, R. Gordon. *The Wondrous Mushroom. Mycolatry in Mesoamerica*, EUA, 1980, Mc Graw-Hill.
- Andreasen, N.C. “Linking Mind and Brain in the Study of Mental Illnesses: a Project for a Scientific Psychopathology”, *Science* 275, 1997, pp. 1586-1593.
- Finlay, B.L., y R.B. Darlington. “Linked Regularities in the Development and Evolution of Mammalian Brains”, *Science* 268, 1995, pp. 1578-1584.
- Motluk, A. “Read my Mind”, *New Scientist* 169, 2001 pp. 22-26.
- Nephi, Stella. “How Might Cannabinoids Influence Sexual Behavior?”, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 98, USA, 2001 pp. 793-795.
- Martin, J.B. “Gene Therapy and Pharmacological Treatment of Inherited Neurological Disorders”, *TIBTECH* 13, 1995, pp. 28-35.
- Pan, K.M.; M. Baldwin; J. Nguyen; M. Gasset; A. Serban; D. Groth; I. Mehlhorn; Z. Huang; R.J. Fletterick; F. E. Cohen, y S.B. Prusiner. “Conversion of a-Helices into b-Sheets Structures in the Formation of Scrapie Prion Proteins”, *Proc. Nat. Acad. Sci.* 90, USA, 1993, pp. 10962-10966.
- Verhage, M. *et al.* “Synaptic Assembly of the Brain in the Absence of Neurotransmitter Secretion”, *Science* 287, 2000, pp. 864-869.
- Wolf, C.J., y M.W. Salter. “Neuronal Plasticity: Increasing the Gain in Pain”, *Science* 288, 2000, pp. 1765-1768.





Conservación y mejoramiento del ambiente

CARLOS SAÚL JUÁREZ LUGO

D

Introducción

durante el siglo XX, el ser humano explotó la naturaleza para satisfacer las necesidades propias de su especie sin tomar en cuenta las interrelaciones que permiten mantener el equilibrio ecológico, desencadenando procesos que rompen los ciclos básicos de los ecosistemas y provocando perturbaciones en el medio acuático y terrestre, y en la atmósfera. El criterio antropocéntrico que se encuentra detrás de tal relación concibe al hombre y a la naturaleza como partes separadas y considera como elemento más importante al ser humano, dejando de lado que, en la medida en que la naturaleza lo incluye, si éste amenaza con la destrucción del entorno, finalmente se amenaza a sí mismo.

A principios de la década de los años setenta, algunos organismos internacionales, diversos grupos ecologistas derivados de los movimientos sociales de los sesenta e investigadores reconocen que el ser humano y la naturaleza han ingresado a un periodo de crisis ambiental, que plantea la necesidad explícita de reorientar la relación establecida hasta este momento por el ser humano con su entorno natural y social. La mayoría de los profesionales que proponen opciones de educación ambiental ofrecen su campo de conocimiento como modelo rector e innovador, y comprenden, que para solucionar los problemas del entorno se requiere de la integración del conocimiento que sólo el trabajo interdisciplinario puede lograr.

Resulta aventurado sugerir que la supervivencia humana depende de su capacidad de comprensión de la ecología, de su habilidad para entender los principios de esta disciplina y vivir de acuerdo con ellos, además de que el objetivo principal de la educación ambiental sea transmitir la nueva idea de que somos parte de una red de interacciones en varios niveles.¹ Es necesario hacer algunas precisiones, para evitar interpretaciones equívocas respecto al campo de la educación ambiental, el retorno a la naturaleza y la acción de transmitir una nueva manera de percibir la realidad.

Concepto de educación ambiental

Ante la desarticulación de lo natural y lo social, se hace necesario conformar un proceso que lleve a sensibilizar al individuo en el sentido de que la crisis del medio ambiente es un problema apremiante, que cuestiona su actual esquema de valores y le exige abrir espacios para reflexionar sobre los procesos de reproducción cultural en que se genera el actual concepto de sociedad-naturaleza. Y a esto se dirige la educación ambiental, un proceso social que tiene como unidad de análisis la triada individuo-comunidad-ambiente, cuyos elementos se encuentran en constante interacción. En este sistema, a diferencia de la postura antropocéntrica, el sujeto tiene igual importancia que los otros dos elementos, por lo que se convierte en un fenómeno complejo que



requiere del trabajo interdisciplinario, para su estudio y comprensión cuyo propósito principal es reorientar la relación hombre-naturaleza, a fin de modificar la conducta para hacerla ecológicamente relevante, ambientalmente positiva.²

Es decir, para este proceso educativo no basta con la aspiración de la psicología humanista de perfeccionamiento humano ni con los conocimientos que la ecología aporta, sino, además, es preciso considerar que el individuo pertenece a una cultura que da significado al ambiente natural y construido, en el cual desarrolla las actividades particulares de su especie, por lo que se hace necesaria la participación conjunta de otras ciencias³ para clarificar en que forma interactúan los elementos de la unidad de análisis en esta dimensión educativa, como se muestra en la figura 1.

Se pueden mencionar dos propósitos fundamentales de la educación ambiental, a saber:

- a). El desarrollo y perfeccionamiento del ser humano, que lo lleven a comprender su realidad y a actuar en consecuencia, con fundamento en los conocimientos y las experiencias que la educación le facilita.
- b). Conservar y mejorar el entorno.

El individuo que reciba una educación ambiental

con esta orientación deberá ser crítico de su realidad, participativo en las acciones que mejoren el ambiente, respetuoso de sus semejantes y del entorno, además de ser capaz de buscar información para enfrentarse a los problemas ambientales. La formación de un sujeto con tales características requiere de un fundamento teórico que supere la concepción de la naturaleza como eterna proveedora de recursos; se necesita pues una estructura del conocimiento que pueda considerarse como tipo específico de disciplina interesada en el conocimiento de la influencia del medio sobre los procesos educativos, y contemple la educación ambiental como la conjunción de tres fases: enseñanza sobre el medio en términos de contenidos del aprendizaje, comprensión de éste como un recurso metodológico eminentemente práctico, y educación en favor del medio, integrada por mensajes axiológicos y teleológicos (el valor y el fin del ambiente).

Así, la educación ambiental posee:⁴

- Una preocupación por la calidad del ambiente.
- Una meta orientada a la protección y mejora del medio.
- Un campo relacionado con los problemas del medio.
- Un enfoque sobre la relación y la interdependencia.
- Un medio o instrumento metodológico básico, para ejercitar la toma de decisiones.



Figura 1. Ejemplo de la posible integración del conocimiento humano en una actividad ambiental escolar o comunitaria.

Pedagogía y educación ambiental

La pedagogía acepta actualmente, después de una severa lucha interna, que no puede exigir un lugar de privilegio en el escenario de la educación ambiental, pero sí reconoce el papel que ha desempeñado en su construcción como campo disciplinario. Las corrientes pedagógicas que han utilizado con mayor frecuencia los profesionales de esta dimensión educativa son la llamada pedagogía tradicional, el movimiento de renovación pedagógica denominado Escuela Nueva (que ha resultado más atractiva que las otras para los educadores ambientales) y la pedagogía constructivista.

La pedagogía tradicional, alimentada en el siglo XX por la filosofía positivista y el método experimental, da prioridad a los aprendizajes memorísticos de contenidos ambientales alejados de la realidad del educando, limitando su campo de acción al espacio escolar inmediato y descuidando el entorno en que se encuentra inserta la escuela. Existe una relación autoritaria entre el maestro (poseedor de un conocimiento, prefabricado) y el alumno pasivo (que debe aceptar ese conocimiento, aunque no comprenda su necesidad ni responda a su interés). Resulta difícil que una tarea de esta naturaleza cumpla con los objetivos de la educación ambiental antes enunciada, pues el trabajo conceptual de una realidad que se muestra ajena al educando y de un ambiente del que no es parte integral (por lo que puede manipularlo y degradarlo) impide que la persona, de cualquier edad, se identifique y adquiera sentido de pertenencia, aspectos importantes para asegurar la participación activa en un proyecto que busque mejorar el ambiente.

La Escuela Nueva, como movimiento contestatario respecto a la pedagogía tradicional, fue amplia y se encaminó por rumbos no siempre uniformes, y los elementos que contribuyeron a su consolidación fueron el auge de la industria y del capitalismo, el acentuado crecimiento de las clases sociales y la aspiración a una sociedad democrática. En este contexto social dicha Escuela estableció una serie de puntos que la diferenciaron de la de carácter tradicional. El más conocido y seguramente el

más relevante se refiere a la importancia que se da al hecho de que la infancia no es un estado perfecto e incompleto, por el contrario, considera que representa una etapa de la vida del ser humano, que tiene su propia funcionalidad y finalidad; es, y está regida por leyes propias y sometida a necesidades particulares. Por tanto, la educación del niño debe girar en torno de una enseñanza activa y del respeto a sus intereses, fomentando en él la cooperación en el trabajo, la disciplina personal y el autogobierno en un ambiente de libertad.

Esta Escuela concibe al educador como un guía que abre caminos y muestra posibilidades al niño, sin ser puntual, pues plantea una relación de afecto y camaradería. Asimismo, resalta que el contenido de la enseñanza no es otro que la vida misma en sus distintas manifestaciones, con experiencias efectivas que no necesariamente pueden ser exitosas y felices, pero debido a que las aulas no eran reflejo de la vida misma, los educadores que seguían esta corriente se vieron impulsados a salir de la escuela para buscar el contacto con la naturaleza que, a decir de Rousseau en el siglo XVIII, es para el niño el profesor más adecuado. Así, el ambiente, natural y cultural se transforma en un medio para que el infante desarrolle y practique todas sus potencialidades mediante la educación. Se considera como sustituto ideal del libro y la palabra, por lo que puede potenciar el trabajo manual, la observación y experimentación, así como el hecho de actuar sobre el medio para transformarlo en elemento de progreso. El contacto con el ambiente favorece justamente un conocimiento real del mismo, el uso productivo de él y un mejor desarrollo intelectual del niño, pues ya que creció en y con la naturaleza, en él se desarrolla el sentido de pertenencia a ésta, por lo que difícilmente atendería en su contra.

Por su parte, la educación constructivista destaca el hecho de ver al educando como productor activo de conocimiento y elaboración de significados que se utilizan para resolver los problemas. En ella, el conocimiento es producto de la interacción sujeto cognoscente-objeto conocido, por lo que nuestra realidad humana, resulta de la establecida por alumno con los estímulos naturales, so-

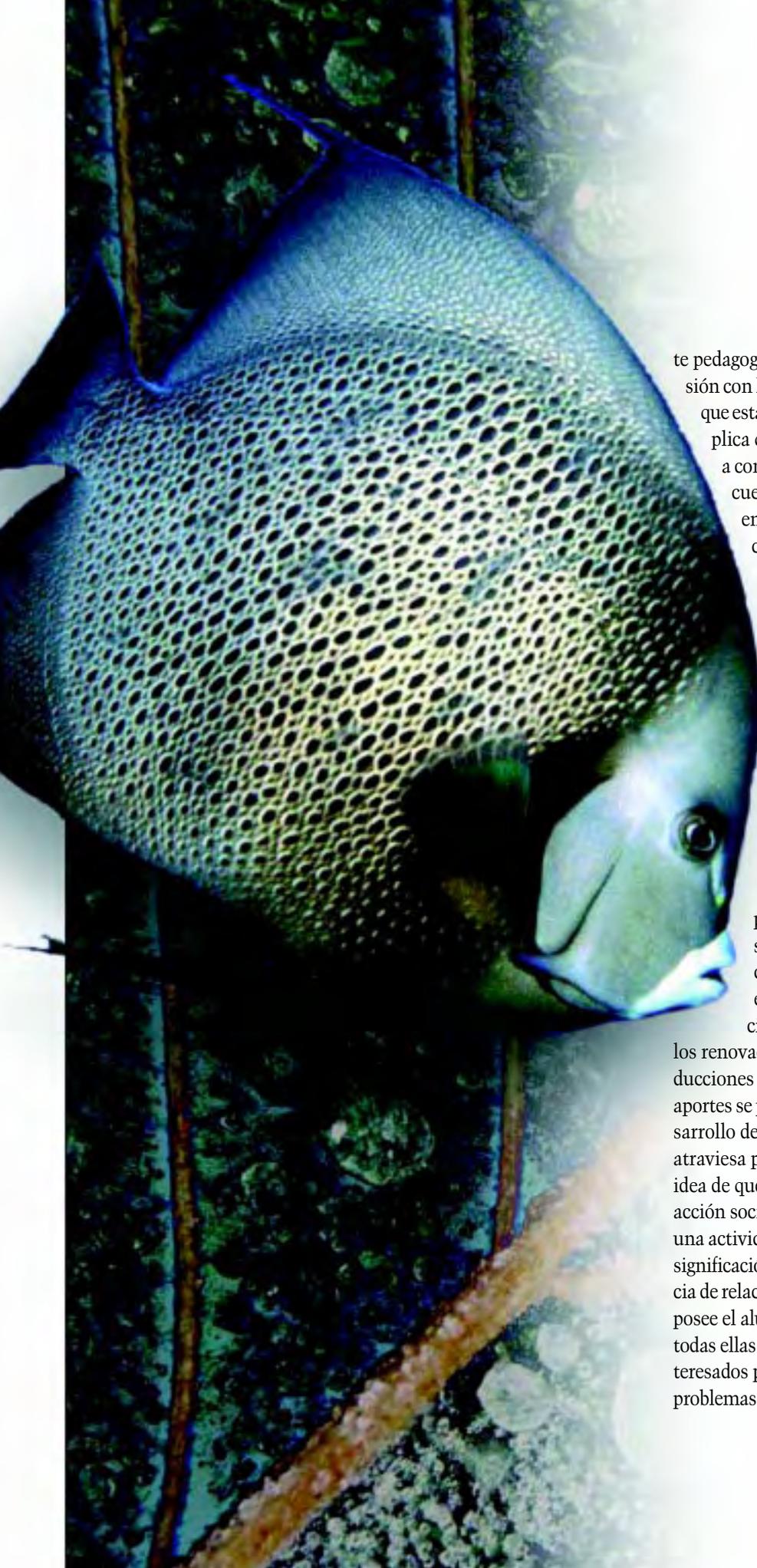
ciales y efectivos que ha alcanzado a procesar desde sus operaciones mentales en un continuo modificar su estructura cognitiva.

Según la Escuela Nueva, el aprendizaje es verdadero y útil en tanto contribuya al desarrollo de la persona, por lo que no se puede confundir con la mera acumulación de conocimientos, datos y experiencias aisladas. Además, considera al docente como un modelo de ejecución, un guía que ofrece retroalimentación y ayuda al alumno a articular su conocimiento y su proceso de raciocinio.

Para esta corriente, el entorno es un campo que va más allá de la simple percepción de los fenómenos físicos; es un espacio que facilita la generación de experiencias que el sujeto obtiene de las acciones que él mismo ejerce sobre otros objetos naturales y culturales, permitiéndole acceder a nuevos niveles y reorganizar su equilibrio mental, con lo que eliminará las contradicciones, los desfases y conflictos que sus actuales esquemas padecen y que le impiden adaptarse de manera apropiada al medio, y así, la forma concreta de aproximarse a este objetivo es enfrentar al alumno con los problemas significativos que debe resolver.⁵

Un aspecto común que tienen estas tres corrientes pedagógicas para desarrollar el aprendizaje es su apego a la percepción de los fenómenos a través de los sentidos y la búsqueda de su explicación, ya sea en una cátedra o mediante la experimentación personal. La escuela tradicional ha sido criticada por ofrecer contenidos establecidos bajo una disciplina curricular, pero no se puede negar que el desarrollo logrado por el ser humano se debe en gran parte a este modelo de enseñanza, en tanto que la Escuela Nueva aspiró a desarrollar una educación renovadora, cuyas ideas de fomentar en el niño una actitud crítica y participativa fueron comunes en el pensamiento de los educadores que construyeron esta corriente. Sin embargo, de acuerdo con la crítica de Freinet al movimiento de renovación pedagógica a que pertenece, sus más connotados representantes (Rousseau, Montessori, Decroly, Claparède, Ferrière, Dewey) no eran propiamente





te pedagogos, por lo que descuidaron el trabajo de difusión con los maestros y no supervisaron a los docentes que estaban interesados en sus experiencias: "Esto explica que los mejores métodos no hayan llegado ... a conmover profundamente al conjunto de las escuelas y que persista un desequilibrio arraigado entre las ideas generosas de unos y la impotencia técnica de otros."⁶ Este movimiento de renovación pedagógica disfrutó de condiciones económicas y ambientales insólitamente favorables, que se alejaban de la realidad, asegurando así un éxito aparente en los educandos, que en su mayoría provenían de las clases acomodadas. No obstante, tiene carencias metodológicas que Freinet buscó superar, pero se quedó en la teoría y privilegió la vida centrada en el juego artificial y atractivo, en la mera experienciación, sin consolidar su sentido común en una investigación educativa.⁷

La pedagogía constructivista (desarrollada principalmente por Piaget, Ausubel y Vigotsky) se encaminó por los terrenos de la investigación experimental, en un sentido que alude a experiencias vividas, concretando las apreciaciones que sobre el niño y el aprendizaje tenían los renovadores de la educación en observaciones y deducciones sancionadas por el sentido común. Entre sus aportes se puede mencionar la investigación sobre el desarrollo de la inteligencia y su construcción social, que atraviesa por fases cualitativamente distintas, como la idea de que el conocimiento es un producto de la interacción social y de la cultura, que el aprendizaje debe ser una actividad significativa para el individuo y que dicha significación está directamente vinculada con la existencia de relaciones entre el conocimiento nuevo y el que ya posee el alumno, más allá de su sola transmisión,⁸ pero todas ellas ofrecen un campo más firme en el que los interesados pueden incursionar para ayudar a resolver los problemas educativos y ambientales.

Comentarios finales

Cada una de las corrientes pedagógicas analizadas aporta a la educación ambiental una forma especial de relacionarse con el entorno, y la que ofrece una perspectiva de mayor éxito teórico-empírico, de acuerdo con los propósitos antes enunciados, es la pedagogía constructivista, que forma parte del marco teórico de los programas escolares relativos al vertimiento selectivo de desechos para su reciclaje;⁹ sin embargo, debe quedar claro que el problema ambiental que actualmente se vive depende en mucho de otras dificultades, por ejemplo, la crisis económica, pues la gente no se preocupa por lograr un ambiente de calidad para el día de mañana, sino que se interesa por satisfacer sus necesidades básicas del día de hoy. Para concluir, puede señalarse que el trabajo relacionado con la educación ambiental tiene que cubrir los siguientes requisitos para ser efectiva: debe ser eminentemente práctica más que sólo teórica, comprender que los principios de la ecología no garantizan una civilidad ambiental; y que los programas ambientales escolares y comunitarios deben ser de larga duración (permanentes), sin depender de fechas conmemorativas o de acciones espontáneas, además de estar planeados por un grupo interdisciplinario, en el que cada especialista tenga clara su participación. Por último, se hace necesario empezar a ser congruentes entre lo que decimos y lo que hacemos, pues para educar ambientalmente a los demás es preciso estarlo nosotros primero. 

Referencias

- 1 Artís, M., y A. Lara. "¿Educación ambiental o alfabetización global?", *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXV, núm. 149, noviembre-diciembre de 1999, pp. 40-43.
- 2 Guevara, J.; A. Landázuri, y A. Terán (coords.), *Estudios de psicología ambiental en América Latina*, México, 1998, UAP-ENEP Iztacala.
- 3 Ruiz, C. "La dimensión ambiental en educación básica", *Revista de la Escuela y del Maestro*, año V, núm. 23-24, mayo-agosto, 1998, pp. 66-72.
- 4 Sureda, J., y A. Colom. *Pedagogía ambiental*, Madrid, 1989, CEAC.
- 5 Glatthorn, A. "Constructivismo: principios básicos", *Educación 2001*, núm. 23, mayo de 1997, pp. 42-48.
- 6 Freinet, C. *Técnicas Freinet de la escuela moderna*, México, 1973, Siglo XXI.
- 7 De Landsheere, G. *La investigación educativa en el mundo*, México, 1996, FCE.
- 8 Baquero, R., *Vygotsky y el aprendizaje escolar*, Buenos Aires, 1996, Aique.
- 9 Ruiz, C., y S. Juárez. "Formación para reciclamiento en escuelas", *Ciencia y Desarrollo*, vol. XXIV, núm. 142, septiembre-octubre de 1998, pp. 45-49.



El código genético y la secuencia de nucleótidos

JOSÉ ANTONIO VILLALÓN BERLANGA



La confusión

medida que el valor de una ciencia resulta más evidente para la sociedad y su importancia se reconoce de manera general, la terminología correspondiente pasa a formar parte del lenguaje común, en una asimilación que no se efectúa la mayoría de las veces sin desaciertos ni con la necesaria prudencia. El ascenso de la biología molecular hasta los primeros lugares del *Hit Parade* de las ciencias explica la incorporación de muchos de sus términos a nuestro lenguaje actual, pues hoy en día no resulta extraño escuchar a algún taxista hablar de clonación, a la modista del ADN, o a los políticos de genes, mutaciones y cromosomas, así sea utilizándolos como insultos contra sus opositores.

Los anteriores son gajes del oficio de un proceso de asimilación natural que suele culminar muchas veces con el uso correcto de los nuevos términos. Finalmente se logra articular la palabra y la idea de manera tal que, empleando una buena dosis de raciocinio, elaboramos expresiones para dar a entender a los demás, precisamente, lo que pensamos y deseamos comunicar; así, "quien no es especialista puede comprender, al menos a grandes rasgos, la biología molecular como realmente es, como el científico la imagina" (Judson, 1987).

Persiste, sin embargo, la confusión inusualmente frecuente entre los términos “código genético” y “secuencia de nucleótidos”, e incluso muchos profesionistas de las ciencias biológicas formulan y hasta incluyen en textos y artículos de divulgación expresiones como las siguientes:

- Existen pocas diferencias entre el código genético del hombre y el del chimpancé.
- El cáncer puede ser causado por mutaciones en el código genético.
- El Proyecto Genoma Humano servirá para determinar el código genético de nuestra especie.

Todas las expresiones anteriores dejan de ser incorrectas si sustituimos en ellas “código genético” por “secuencia de nucleótidos”, pero adelantemos la conclusión; mientras que esta secuencia da cuenta de su orden en una molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN) o del ácido ribonucleico (ARN), el código genético establece la equivalencia entre estos nucleótidos y los aminoácidos de una proteína. La diversidad entre ambos términos puede equipararse a la que existe entre el alfabeto y las palabras, de tal forma que la primera de las expresiones anteriores equivaldría a asegurar que existen varias diferencias entre los alfabetos de las palabras “otomano” y “jeroglífico”, lo cual es absurdo, o que, por ejemplo, al ver la frase “me gzztta la unibersida” atináramos a decir que la pésima ortografía se debe a problemas del alfabeto, en tanto que éste sólo establece una correspondencia entre signos gráficos y fonemas, como sería el caso de la segunda expresión.

El ADN

En 1953, James D. Watson y Francis Crick descubrieron que la estructura del ADN, esa interesantísima molécula indispensable para la continuidad de la vida, es una doble hélice (véase fig. 1), es decir, dos cadenas de ADN se unen mediante peldaños y la “escalera” resultante se tuerce sobre sí misma. Este descubrimiento, que les valió el premio Nobel, fue publicado el 25

de abril de dicho año en una sola página de la revista *Nature*, constituyendo hasta la fecha un loable ejemplo de objetividad y concisión científicas.

El ADN es un polímero de subunidades llamadas nucleótidos (fig. 1), cada uno de los cuales consta de un azúcar (la desoxirribosa), un grupo de fosfato y una base nitrogenada, que puede ser adenina (A), guanina (G), timina (T) y citocina (C).

La forma más simple de representar una cadena de ADN consiste en señalar su secuencia de nucleótidos, cada uno de los cuales se representa con la inicial de su base nitrogenada. Así, la secuencia T A C A T G C C G A T T describe un segmento de ADN que consta de 12 nucleótidos, el primero de los cuales tiene la base nitrogenada de timina, el segundo la adenina, el tercero la citocina, etc. Otra característica importante del ADN es que las bases de una cadena se pueden unir mediante puentes de hidrógeno (enlaces químicos débiles) con las bases de la otra, siguiendo “reglas de apareamiento” que establecen que una guanina sólo se une a una citocina (G – C) y una timina sólo a una adenina (T – A), y gracias ello, si conocemos la secuencia de nucleótidos de determinada cadena de ADN, podemos deducir fácilmente la de su cadena complementaria. Si tomamos la secuencia del ejemplo, tendríamos:

T	A	C	A	T	G	C	C	G	A	T	T
A	T	G	T	A	C	G	G	C	T	A	A

La transmisión de la información genética

Aunque la mayoría de las personas ha oído decir que el ADN es el portador de nuestra información genética, pocas son las que conocen los mecanismos moleculares que hacen esto posible, y que se relacionan con el almacenamiento y la transmisión de la información, que básicamente sirve para sintetizar proteínas de muy diversas clases, cuyas funciones son tan variadas como útiles para las células que conforman los organismos (Darnell, *et al.*, 1990):

- Transportan múltiples materiales a través del sistema circulatorio.
- Participan en la coagulación de la sangre.
- Forman los anticuerpos.
- Funcionan como reserva de alimento.
- Dan rigidez estructural a la célula.
- Regulan las concentraciones de metabolitos en el interior de la célula.
- Controlan la permeabilidad de la membrana plasmática.
- Reconocen y se unen covalentemente a otras biomoléculas.
- Causan el movimiento de las células musculares.
- Controlan las funciones de los genes.

Algunas proteínas funcionan como enzimas que catalizan la casi totalidad de las reacciones químicas que ocurren en las células, teniendo por tanto un papel de excepcional importancia en su metabolismo.

Cabe recordar que las proteínas forman cadenas de varios aminoácidos unidos covalentemente, y están construidas por sólo 20 aminoácidos diferentes, que contienen un grupo amino (-NH₂), un grupo carboxilo (-COOH), un hidrógeno y un grupo variable llamado cadena lateral o grupo R, unidos a un átomo central de carbono, llamado carbono α (véase fig. 2). Debido a la importancia de sus funciones, así como a su amplia variedad, resulta comprensible que cualquier control que se ejerza sobre la síntesis de las proteínas tenga efectos significativos y evidentes sobre el funcionamiento de la célula y, en consecuencia, del organismo.

La figura 3 muestra el flujo de la información genética del ADN a la proteína (flechas azules), así como del ADN al ADN (flecha circular) y del ARN al ADN (flecha roja). Antaño, la ruta que va del ADN a la proteína se suponía unidireccional, y como no se habían encontrado excepciones a la regla se dio en llamar a este esquema dogma central de la biología molecular. En esta ruta aparece como intermediario el ARN mensajero (ARN_m), cuya molécula, a diferencia del ADN, consta de una sola cadena, suele ser más corta y presenta uracilo (U) en lugar de timina.

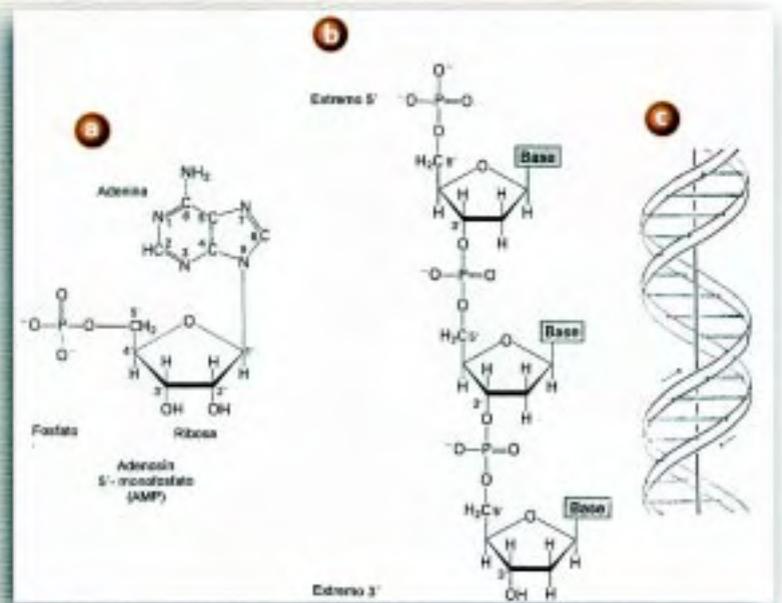


Figura 1. a). Fórmula estructural de un nucleótido. b). Cadena de ADN resultante de la polimerización de varios nucleótidos. c). Representación de la doble hélice, como apareció publicada en Nature.

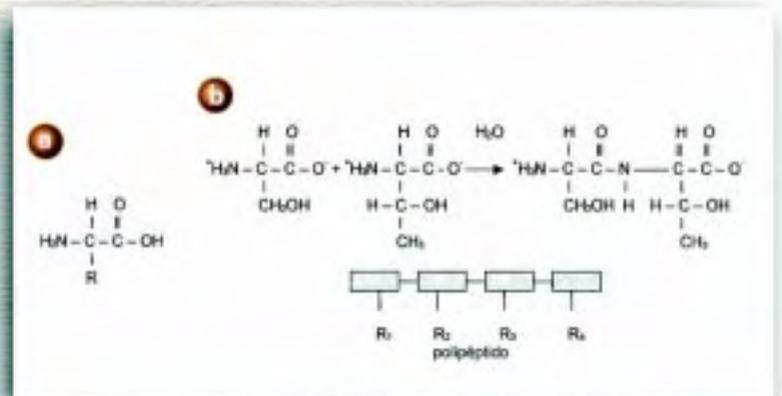


Figura 2. a). Estructura general de los aminoácidos. b). Formación del enlace peptídico entre dos aminoácidos.

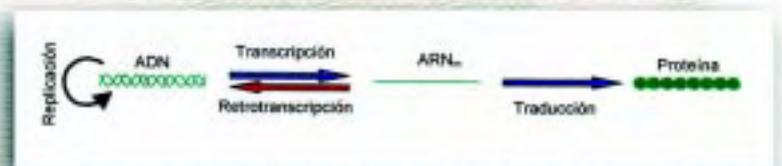


Fig. 3. Flujo de la información genética.

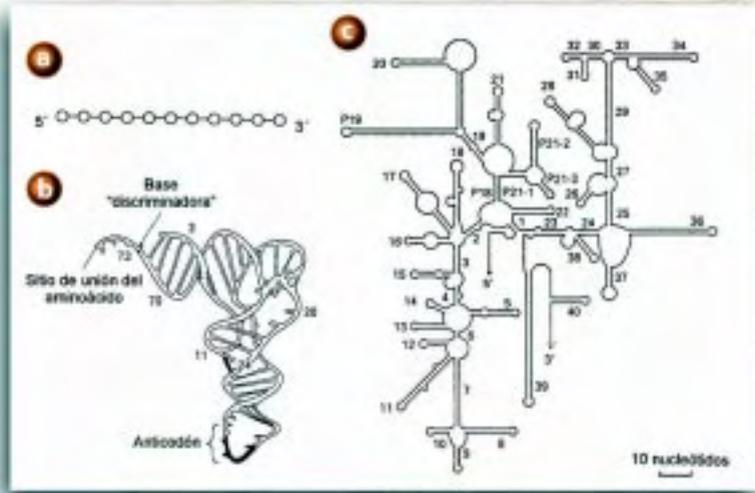


Figura 4. Estructura de los tres tipos de ARN que participan en la síntesis de proteínas. a) ARN mensajero, b) ARN de transferencia y c) ARN ribosomal.

En el esquema, la flecha circular que se inicia y termina en el ADN representa el proceso conocido como replicación, mediante el cual el ADN se duplica, generalmente antes de que la célula se divida, y gracias ello las células hijas reciben cierta cantidad de este ácido nucleico, similar a la que tenía su progenitora; en tanto, la flecha roja representa la retrotranscripción, un proceso mediante el cual ciertos virus, llamados retrovirus, sintetizan el ADN a partir del ARN que llevan consigo una vez que han invadido sus células diana. El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y el de la gripe figuran entre los retrovirus mejor conocidos y por desgracia más comunes.

El primer paso para transmitir la información del ADN a la proteína se conoce como transcripción, y durante éste se sintetiza un segmento de ARN_m a partir del ADN, siguiendo las reglas de apareamiento. Así, del ADN de nuestro ejemplo podemos obtener:

T	A	C	A	T	G	C	C	G	A	T	T	ADN
A	U	G	U	A	C	G	G	C	U	A	A	ARN _m

* Recuérdese que en el ARN, el uracilo sustituye a la timina.

En las células eucariotas, la transcripción se lleva a cabo en el núcleo, y las cadenas de ARN recién sintetizadas pasan por los poros nucleares para llegar al citoplasma, donde entran en contacto con los ribosomas, complejos macromoleculares constituidos por proteínas y ARN ribosomal (ARN_r) y cuya función es la síntesis de proteínas. En las células procariotas que carecen de núcleo, la transcripción y la traducción se llevan a cabo simultáneamente en el citoplasma.

El ribosoma consta de dos subunidades, una grande y otra pequeña, que se mantienen unidas. Sin entrar en mayores detalles que quedan fuera del presente artículo, nos limitaremos a decir que una molécula de ARN_m al ser traducida a proteína (segunda flecha azul en el esquema), entra en el ribosoma por un sitio y sale por otro, y durante ese "tránsito" su información es leída y traducida a proteínas, traducción en la que participa un tercer tipo de ARN, conocido como de transferencia (ARN_t), cuya estructura se muestra en la figura 4.

El código genético

El código genético establece la equivalencia entre la secuencia de nucleótidos del ARN_m (o del ADN) y la de aminoácidos de una proteína. Tres nucleótidos sucesivos (un triplete) forman un codón, que corresponde a uno de los 20 aminoácidos existentes –en lenguaje técnico se dice que un codón especifica para un aminoácido– o bien actúa como señal de inicio o de alto de la síntesis proteica (véase tabla 1).

Puesto que existen cuatro bases en el ARN (A, G, U y C) y tres posiciones en un codón, se tienen $4 \times 4 \times 4 = 64$ codones diferentes, pero como en una célula sólo hay 20 aminoácidos es explicable que existan varios codones que especifiquen un mismo aminoácido. Así, por ejemplo, la fenilalanina es especificada por el codón UUU y por UUC (tabla 1), y por otra parte la leucina es especificada por seis UUA, UUG, CUU, CUC, CUA y CUG, al igual que la

serina y la arginina, situación que se resume en la tabla 2. Por tales redundancias, se dice que el código genético está degenerado. De un total de 64 codones, 61 especifican para aminoácidos y la señal de inicio y 3 sirven como señales de terminación de la síntesis.

El ARN_m del ejemplo tiene cuatro codones; el primero (AUG) es la señal de inicio de la síntesis de proteínas y codifica para metionina (tabla 1), el segundo (UAC) codifica para tirosina, el tercero (GGC) para glicina y el cuarto (UAA) funciona como señal para finalizar la síntesis cuyo resultado es una pequeña cadena proteica (oligopéptido) constituida por los tres aminoácidos señalados: Met-Tir-Gli.

En resumen, la transmisión de la información genética debe su fidelidad a la estructura misma de los ácidos nucleicos, y específicamente al apareamiento de bases, que garantiza que a partir de una molécula de ADN se obtengan dos copias idénticas al final de su replicación, y

Tabla 1. El código genético

Primera posición (extremo 5')	Segunda posición				Tercera posición (extremo 3')
U	U	C	A	G	
	Fenilalanina	Serina	Tirosina	Cisteína	U
	Fenilalanina	Serina	Tirosina	Cisteína	C
	Leucina	Serina	Alto (ocre)	Alto	A
C	Leucina	Serina	Alto (ámbar)	Triptofano	G
	Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	U
	Leucina	Prolina	Histidina	Arginina	C
	Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	A
A	Leucina	Prolina	Glutamina	Arginina	G
	Isoleucina	Treonina	Asparagina	Serina	U
	Isoleucina	Treonina	Asparagina	Serina	C
	Isoleucina	Treonina	Lisina	Arginina	A
G	Metionina (inicio)	Treonina	Lisina	Arginina	G
	Valina	Alanina	Ácido aspártico	Glicina	U
	Valina	Alanina	Ácido aspártico	Glicina	C
	Valina	Alanina	Ácido glutámico	Glicina	A
	Valina	Alanina	Ácido glutámico	Glicina	G

Tabla 2. Degeneración del código genético

Número de codones sinónimos	Aminoácido
6	Leucina, serina, arginina
4	Glicina, prolina, alanina, valina, treonina
3	Isoleucina
2	Fenilalanina, tirosina, cisteína, asparagina, lisina, histidina, glutamina, ácido glutámico, ácido aspártico
1	Metionina, triptofano

que de una cadena del mismo ADN se obtenga una molécula de ARN_m (o a la inversa en el caso de la retrotranscripción). El código genético, o diccionario de codones como lo llamara Lehninger (1989), establece la correspondencia entre el lenguaje de cuatro letras de los ácidos nucleicos y el de 20 letras de las proteínas.

Otra propiedad del código genético es su universalidad, lo cual quiere decir que es válido para todos los seres vivos, incluyendo los virus y los miembros de los ocho reinos actualmente reconocidos (Mayr, 1998), aunque existen algunas excepciones a esta regla. Por ello, cuando Fukuyama (2000) afirma que con los chimpancés “compartimos no sólo un código genético común sino que, además, existen muchas similitudes en nuestro comportamiento”, establece una expresión verdaderamente inútil por incluyente, pues lo mismo hubiera dado afirmar que con los chimpancés compartimos no sólo el estar vivos, hecho muy distinto a establecer que nuestra secuencia de nucleótidos y la de ellos son semejantes en una cifra cercana al 95%.

Tres botones más de muestra

J. W. Kimball (1986) afirma en su conocido libro de texto que: “otras numerosas moléculas parecidas a las bases normales pueden incorporarse a las cadenas de ADN y producir cambios en el código genético”, y Shreeve (1999), quien sometió una muestra de su ADN a un análisis de la secuencia para detectar mutaciones, comenta al ver sus resultados: “La rejilla coloreada representa 1 500 sitios a lo largo de mis cromosomas, en los que ocurren variaciones de una sola letra en el código genético”, y más adelante: “Así, las letras del código pasan sin mezcla ni cambio de una generación a la siguiente, a excepción de las mutaciones aleatorias que rara vez

afectan su función.” Además, Michio Kaku (1998) comenta por su parte: “Dado que la teoría cuántica nos da, asimismo, los ángulos precisos de enlace y la fuerza de éste entre los átomos, nos permite determinar la posición de prácticamente todas las moléculas individuales del código genético de un virus complejo como el VIH.” En los tres ejemplos citados, las expresiones dejan de ser incorrectas si sustituimos “código genético” por “secuencia de nucleótidos”.

Coincido con Judson (1987) cuando afirma que; “la biología se ha ido haciendo accesible al lector ordinario, como nunca antes”, lo cual ha sido posible gracias a que muchos biólogos han asumido la responsabilidad de divulgar los logros de la ciencia que los ocupa, y la presente contribución no pretende sino sumarse a ese encomiable esfuerzo. ●

Bibliografía

- Darnell, J.; H. Lodish, y D. Baltimore.. *Molecular Cell Biology*, Nueva York, 1990, Scientific American Books, 1105 p.
- Fukuyama, F. “Las mujeres y la evolución de la política mundial”, *Letras Libres*, 16, 1999, pp. 26-31.
- Judson, H. F. El octavo día de la creación, México, 1987, Conacyt–Ed. Castell Mexicana, S. A., 736 p.
- Kaku, M. Visiones. Cómo la ciencia revolucionará la materia, la vida y la mente en el siglo XXI. Madrid, España, 1998, Editorial Debate, S.A., 484 p.
- Kimball, J. W. *Biología*, Wilmington, EUA, 1986, Addison–Wesley Iberoamericana, 883 p.
- Lehninger, A. L. *Bioquímica*, Barcelona, 1989, Ediciones Omega, S. A., 1117 p.
- Mayr, E. *Así es la biología*, Madrid, España, 1998, Editorial Debate, S.A., 326 p.
- Shreeve, J. “Los secretos del gen”, *National Geographic*, vol. 5, núm. 4, 1999, pp. 48-81.
- Watson, J. D., y F. C. Crick. “Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid”, *Nature*, vol. 171, 1953, p. 737.

Apoptosis, suicidio o crimen perfecto

MINA KONIGSBERG F. Y ALEJANDRO ZENTELLA D.

L

a muerte es un fenómeno que ha inquietado al hombre desde sus orígenes. ¿Qué es lo que hace que al paso del tiempo un organismo se deteriore y muera?, o ¿por qué fallece gente de todas las edades a causa de enfermedades incurables?, son preguntas que la ciencia ha tratado de responder durante decenios, pero para las cuales aún no hay respuestas.

En los últimos años se ha puesto de moda estudiar la muerte celular para tratar de explicar algunas de estas preguntas, y si el que una célula muera suena extraño para algunos, es tal vez debido a que desde la secundaria nos quedamos con la idea errónea de que las células nunca mueren: es decir, una célula se divide en dos para dar origen a dos hijas y, a su vez, éstas se vuelven a dividir para formar una más, de manera que mientras continúen dividiéndose jamás morirían. En realidad, lo anterior es verdad para ciertos tipos celulares en determinadas etapas de su vida, pero no lo es para todas las células y en todo momento. Los estudios sobre la muerte celular han puesto en evidencia que existen dos maneras en las que esto sucede; para decirlo de manera sencilla, las células mueren cuando las matan o cuando se suicidan, aunque esto pueda parecer todavía más extraño, pero precisamente es lo que intentaremos explicar aquí.

Muerte por necrosis

Una célula puede morir cuando se daña por alguna lesión traumática (una cortada, una quemadura, un golpe, etc), o bien, cuando se expone a agentes químicos, como drogas o medicamentos para enfermedades e infecciones virales, entre otras cosas. Si este es el caso, diremos que la célula fue asesinada, es decir, se enfrentó a un agente externo demasiado agresivo, o que provocó daño a gran velocidad, superando la capacidad que tiene para contrarrestarlo, por lo que finalmente muere. Este fenómeno celular se conoce con el nombre de necrosis, que proviene del griego y significa muerte, puesto que esta era la única forma de destrucción celular conocida por muchos años. Lo que sucede durante la necrosis es que las células dañadas no pueden controlar la entrada de agua y sustancias a través de su membrana, y se hinchan tanto que literalmente revientan y vacían todo su contenido celular en el medio externo y sobre sus células vecinas. El problema es que muchos componentes de la célula no se reconocen como moléculas propias del organismo, lo que hace que se desencadene una respuesta inflamatoria, y por ello, muchas veces, cuando las células mueren por lesiones o enfermedades hay inflamación y fiebre.

Programa de muerte

Digamos que hasta aquí suena más o menos lógico y coherente el hecho que las células dañadas mueran; sin embargo, existe otra manera en que éstas pueden hacerlo. Durante los años setenta, algunos científicos empezaron a darse cuenta de que en un organismo existen ciertas células que en determinado momento deben morir para que éste en su conjunto pueda seguir su desarrollo normal.

Todas las células tienen, potencialmente, la capacidad de iniciar un programa de muerte, una especie de suicidio programado, en el que participan activamente. A este proceso activo de muerte o suicidio celular se le llamó apoptosis, palabra derivada del griego para describir la caída de las hojas o el marchitamiento de una flor. Pero

¿cómo se produce o qué desencadena este programa? En realidad no hay una respuesta a la pregunta sino varias; en primer lugar, se puede decir que la apoptosis ocurre como parte del desarrollo normal de múltiples organismos y el ejemplo más citado cuando se describe este fenómeno es el proceso por el cual los ajolotes pierden su cola al convertirse en ranas. Dada nuestra familiaridad con dicho proceso, a muchos de nosotros puede no parecer algo asombroso o sorprendente, pero si lo analizamos con mayor detenimiento tendremos que aceptar que el hecho de que un conjunto de células sanas, es decir, no infectadas, dañadas o enfermas, debe morir en determinado momento de la vida del organismo (en este ejemplo, para que el ajolote se desarrolle y pueda convertirse en rana), no es algo trivial. A fin de que las células sanas mueran debe existir una serie de señales internas, genéticamente controladas, que desencadenen el programa de muerte, de manera que las células sanas de la cola del ajolote se “suiciden”.

Otro ejemplo de suicidio celular ocurre en el desarrollo embrionario y neuronal de los mamíferos, cuando grupos enteros de células sanas deben desaparecer para dar lugar a otros tipos celulares, y éste también es el caso del sistema urogenital humano. En una etapa inicial de la vida embrionaria se encuentran presentes los conductos necesarios para producir tanto el aparato reproductor masculino como el femenino, y en etapas más avanzadas de este mismo proceso, uno de ellos debe ser eliminado para que el feto se convierta en un varón o en una niña. Todo este sistema celular muere por apoptosis, y cuando esto no sucede el organismo es incapaz de desarrollarse de manera normal.

En los ejemplos anteriores, el proceso de muerte estaba genéticamente programado y su activación dependía en gran parte de señales internas relacionadas con el desarrollo de un organismo. Sin embargo, la muerte por apoptosis también puede darse en respuesta a estímulos externos, como son las infecciones, radiaciones o drogas, y estos mismos estímulos desencadenan la muerte por necrosis, entonces, ¿cuál es la diferencia? Recordemos que en el caso de la muerte por necrosis, el proceso de

daño es demasiado intenso y acelerado como para que la célula pueda reaccionar de alguna manera; sin embargo, si los daños que sufre no son tan severos o tan rápidos, se defiende suicidándose, y en este caso la muerte es por apoptosis. Suena raro, pero detengámonos otra vez para ver qué pasa. La labor de las células, entre otras cosas, es mantener su función, perpetuándose así ellas mismas, pero si una célula está infectada por un virus, su información genética (ADN) se encuentra dañada, o si su función es obsoleta y se sigue dividiendo, en lugar de conservar su función sana, necesaria y eficiente, estará perpetuando un daño, es decir, una función innecesaria o hasta contraproducente, lo que terminaría, después de algunas generaciones celulares en una infección grave o en un cáncer, de modo que para mantener la integridad del sistema, la célula inicia un programa de muerte y se suicida. Es preferible perder una célula, que a la larga podrá reemplazarse con otra, que perpetuar una descendencia celular dañada que generará alguna enfermedad, lo cual significa que el proceso de apoptosis no sólo es indispensable para el desarrollo adecuado del organismo, sino que además resulta un mecanismo de protección contra el surgimiento de padecimientos potencialmente peligrosos.

Muerte por apoptosis

Muchos de los científicos actuales utilizan indistintamente el término de muerte celular programada y el de apoptosis para denominar el fenómeno que acabamos de describir. Pero en realidad los conceptos que definen estas palabras son un poco diferentes, pues la muerte celular programada se refiere al proceso de "decisión" que lleva a una célula al suicidio, mientras que el término apoptosis se refiere a los cambios bioquímicos y morfológicos que resultan de la activación del programa de muerte.

Es importante aclarar lo anterior, puesto que la decisión de una célula de suicidarse no es irrevocable, pues así como existen moléculas involucradas en aplicar el programa de muerte, existen otras que tratan de detenerlo o de interceptar a las que lo provocan, para que esto no

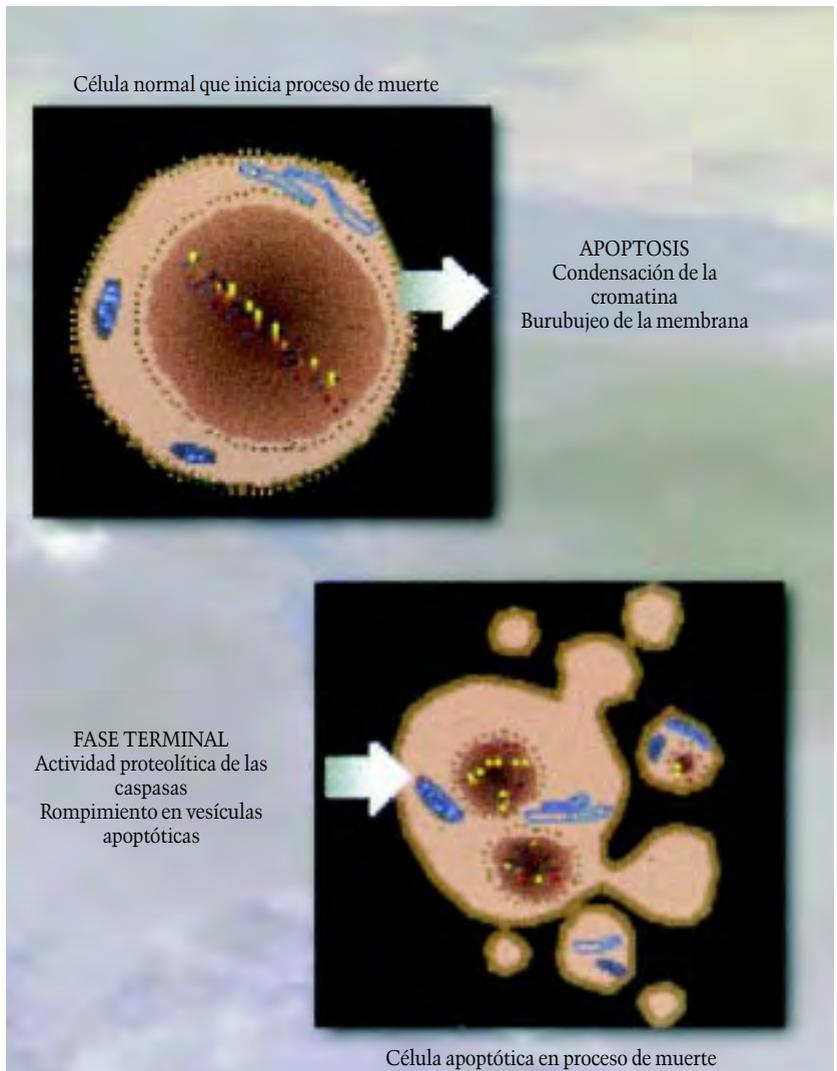


Figura 1. Proceso de muerte apoptótica. La figura muestra los cambios que sufren las células durante el proceso de muerte celular programada.

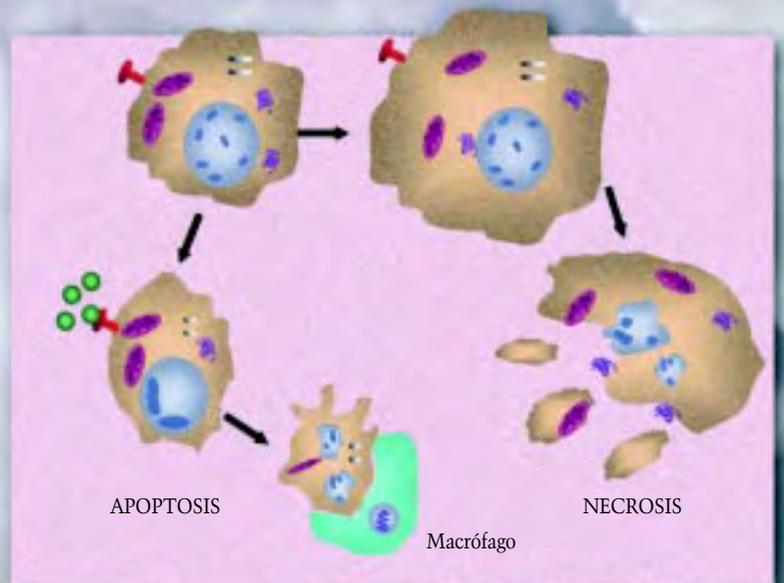
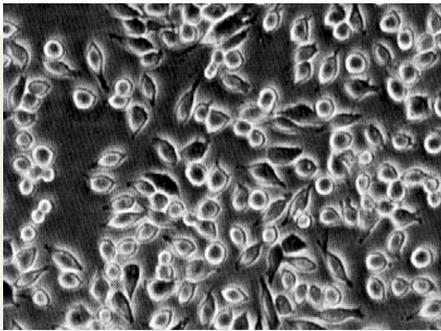
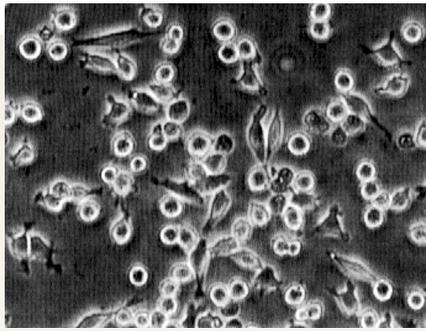


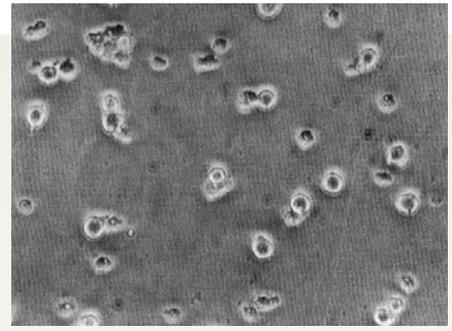
Figura 2. Diferencia entre la muerte por apoptosis y la muerte por necrosis. Cuando una célula muere por apoptosis se forman pequeñas vesículas o cuerpos apoptóticos, que son fagocitados por macrófagos, mientras que en la muerte por necrosis la célula vacía su contenido sobre las células vecinas.



Línea celular L929, fibroblastos de pulmón de ratón. Así como se observan las células sin ningún tratamiento. Aumento 100X.

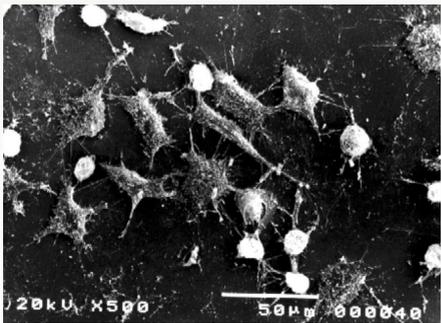


Línea celular L929 fibroblasto de pulmón, expuestos por nueve horas al factor de necrosis tumoral alfa (TNF) que produce apoptosis. Se observan algunas células en buen estado y otras que inician dicho proceso. Aumento 100X.

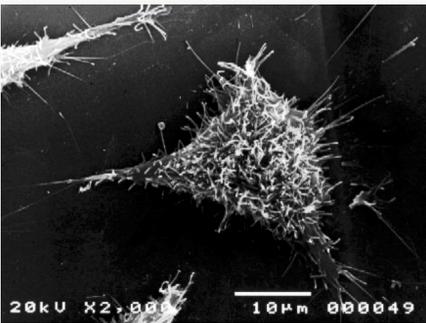


Línea celular L929, fibroblastos de pulmón de ratón, expuestos por 16 horas al TNF. La mayor parte de las células ha muerto por apoptosis. Aumento 100X.

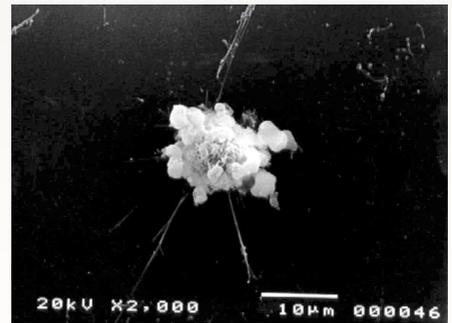
Figura 3. Células expuestas al factor de necrosis tumoral que induce apoptosis.



Fotografía con microscopio electrónico de los fibroblastos de pulmón de ratón, tratados con TNF. Se observan algunas células en buen estado y otras que inician el proceso de apoptosis.



Fotografía con microscopio electrónico de un solo fibroblasto en estado normal.



Fotografía con microscopio electrónico de un solo fibroblasto durante el proceso de apoptosis.

Figura 4. Fotografías de microscopía electrónica de células que están muriendo por apoptosis.

suceda. La regulación entre ellas es muy fina, y si la célula en determinado momento “se da cuenta” de que el daño no era “para tanto”, puede anular dicho programa de muerte. Bueno, siempre y cuando no se hayan activado sus ejecutores, porque en ese caso no hay marcha atrás. Algunos de estos verdugos celulares pertenecen a una familia de proteínas (enzimas) llamadas caspasas, que se encargan de romper otras proteínas celulares, inactivándolas y acabando con su función.

¿Cómo se ve una célula que se suicida?

Mencionamos que cuando una célula muere por necrosis, se hincha tanto que revienta y vacía todo su contenido sobre sus vecinas,

provocando hinchamiento. La muerte por apoptosis es totalmente distinta, y si fuéramos policías o investigadores privados quedaríamos desconcertados, pues en esta muerte no queda cadáver alguno para examinar. En efecto, las células que mueren por apoptosis no dejan rastro, y si quisiéramos ver un suicidio celular tendríamos que observar muy bien el proceso antes de que concluya, pues la mayoría de los organelos no cambia su forma durante este fenómeno, pero el núcleo sufre una modificación radical. La cromatina, formada por el ADN y algunas proteínas, que normalmente están separadas y laxas, empieza a agruparse y condensarse, formando unas manchas junto a la membrana nuclear, y al mismo tiempo, los procesos bioquímicos internos hacen que la superficie de la célula se vea como si hirviera o burbujeara. A menudo se compara el citosol celular con la clara hirviente de un huevo frito, porque, simultáneamente, la célula empieza a encogerse y a romperse en pequeños trozos o vesículas, rodeados de membranas que se conocen como cuerpos apoptóticos. Estas pequeñas vesículas son ingeridas, ya sea por células vecinas o por otras que forman parte del sistema inmunológico del organismo, los macrófagos. De ahí que no haya rastros del cadáver, "algo no tan elemental", diría Sherlock Holmes, si aparte de detective fuera científico. Además, es importante recalcar que en la muerte por necrosis, generalmente se destruyen muchas células juntas, como consecuencia de un daño o lesión, mientras que la muerte por apoptosis es el evento aislado de una célula única que decide morir para mantener el buen funcionamiento del organismo.

La otra cara de la moneda

Antes de concluir es necesario recordar que todo tiene dos caras, y que a veces la regulación del programa de muerte puede fallar. Una desregulación de este programa es capaz de traer como resultado enfermedades autoinmunes, neurodegenerativas y cáncer, lo cual se explica de dos maneras. Si una célula dañada que debiera haber muerto por apoptosis no lo hace, perpetuará el daño, provocando una enfermedad, como ya

se había mencionado, y si por el contrario, desarrolla el programa de muerte en el momento que no debería hacerlo y empiezan a morir células sanas sin razón, esto también puede crear problemas, especialmente de tipo neurológico, puesto que las neuronas no son capaces de volver a dividirse para suplir las células muertas.

En México, al igual que en muchos otros países del mundo, se realizan estudios continuos para entender el fenómeno de la muerte por apoptosis y su regulación. Y para no quedarnos con un mal sabor de boca es preciso recordar que, gracias al fenómeno de muerte por apoptosis, el organismo mantiene su buen funcionamiento.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer a la biol. exp. Olivia Huchín y al biol. José Luis Ventura el habernos proporcionado las fotografías del microscopio óptico, así como a la biol. Eréndira Avendaño las de microscopía electrónica, y al fotógrafo Jorge Lodigiani su ayuda. El presente trabajo forma parte de los proyectos 400200-5-J34194-M y 400346-5-34878-M apoyados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 🌐

Bibliografía

- Duke, R.C. *et al.* "Suicidio celular en la salud y en la enfermedad", *Investigación y Ciencia*, febrero de 1997, pp. 44-52.
- Gómez-González, E.O., y A. Zentella, "Apoptosis y muerte celular programada", *BEB*. 17, 1998, pp. 105-114.
- Mignotte, B., y C. Vayssiere. "Mitochondria and Apoptosis", *Eur. J. Biochem*, 252, 1998, pp. 1-15.
- Song, Z, y H. Steller. "Death by Design: Mechanism and Control of Apoptosis", *TIBS, Millennium issue*, M49-M52, 1999.
- Tatton, W.G. y C.W. "Olanow, Apoptosis in Neurodegenerative Diseases. The Role of Mitochondria", *Biochem. Biophys. Acta*. 1410, 1999, pp. 195-213.

Nanoestructuras: tecnología del futuro hoy

En el poema *Sobre la naturaleza de las cosas*, escrito en el año 60 antes de nuestra era, el filósofo romano Lucrecio plasmó sus ideas acerca del átomo. Dicho poema sobrevivió a lo largo de la Edad Media y fue uno de los primeros trabajos que se imprimieron cuando lo hizo posible la invención de Gutenberg. Desde esa época, y aún antes, cuando el griego Demócrito nombró a esas partículas como “no divisibles” y planteó la hipótesis de que las sustancias, compuestas por diversos átomos podrían convertirse en otras al ordenar éstos en forma distinta, ha sido constante la preocupación por comprender la materia, es decir, de qué y cómo están hechas todas las cosas para modificarlas.

En la actualidad esa inquietud impulsa el trabajo de los investigadores del Departamento de Materiales Avanzados para la Tecnología Moderna del más joven de los Centros SEP-Conacyt (fundado el 24 de noviembre de 2000) y del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Ahí, el doctor Humberto Terrones Maldonado explica que la forma como se acomodan los átomos determina las características de los objetos, y, a semejanza de Demócrito, señala la posibilidad de colocarlos en ciertas posiciones, de manera tal que se formen nuevos materiales con características específicas; en el siglo XXI, asegura, el reto es construir estructuras átomo por átomo a fin que dichos materiales tengan las propiedades que se desea.

Pero no sólo eso. El presente será el siglo de la “revolución del carbono”, en opinión del doctor Mauricio Terrones, hermano de Humberto y también investigador del IPICYT, ya que fue a partir de ese elemento como se descubrieron, primero, los fullerenos, y luego los nanotubos, y

comenzó una convulsión científica en la física, la química y la ciencia de los materiales.

De los domos a la molécula

El doctor Humberto Terrones, mexicano pionero en nanotecnología o tecnología de lo muy pequeño (un nanómetro equivale a 10^{-9} metros o mil millonésimas partes de un metro), recuerda que en 1985 se publicó en la revista *Nature* un artículo de los profesores Harold W. Kroto, Richard Smalley y Robert Curl, en el cual demostraron que el carbono puede formar otra estructura diferente a las ya conocidas –el grafito y el diamante–; se trata del carbono 60 (C_{60}), descubrimiento que les valió el Premio Nobel de Química en 1996.

La nueva molécula recibió el nombre de *Buckminsterfullereno*, en honor de Robert Buckminster Fuller, arquitecto norteamericano que diseñó los primeros domos geodésicos. A diferencia del grafito, donde los átomos se acomodan de forma que cada uno tiene tres primeros vecinos, creando capas de hexágonos (material blando presente en las puntas de los lápices) y del diamante, cuyo átomo central se une a otros cuatro, formando tetraedros (el material más duro que existe) y el C_{60} forma estructuras cerradas, esféricas.

Como se ve, el arreglo estructural o la manera como están acomodados los átomos da origen a las propiedades de los diferentes materiales. El C_{60} adquiere su forma de anillos hexagonales unidos por otros, pentagonales, que hacen que la estructura se doble y cierre como un balón de fútbol. Sin enlaces sueltos, la molécula es muy estable y poco reactiva.

Así surgieron los fullerenos o todas las estructuras cerradas compuestas de carbono. Otras, con 70 átomos, toman forma de un balón de rugby (alargada o elíptica), o bien, son más grandes y concéntricas y se les conoce como de “tipo cebolla”. El propio doctor Terrones, junto con Alan Mackay, formuló estructuras diferentes; esto es, si los pentágonos hacen que la estructura se cierre (curvatura positiva), los heptágonos u octágonos hacen que se abra (curvatura negativa).



Avance de obra en la construcción del Departamento de Materiales Avanzados para la Tecnología Moderna del IPICYT.

Antes de la importante aportación del científico mexicano, el profesor Sumio Iijima, investigador de la empresa japonesa NEC, se percató (en 1991) de que el grafito no sólo podía doblarse en estructuras esféricas, sino que también podía formar cilindros, a los cuales se nombró nanotubos de carbono. Estos pueden cerrarse de diferentes maneras, poseer un diámetro diferente y una o varias capas de grafito, y se ha determinado que un material hecho de nanotubos tendría una resistencia de 50 a 100 veces mayor que el acero y sería seis veces más ligero. Otra ventaja sería que si alguno llegara a romperse no afectaría al resto, porque se trata de estructuras aisladas. Además, tienen propiedades de conductividad; pues, dependiendo de su estructura, son capaces de conducir eficientemente la electricidad.

Los intentos de los doctores Terrones para tratar de controlar las estructuras atómicas no se detienen; además de sus relevantes aportaciones en la prestigiosa revista *Nature* sobre nuevas geometrías y producción de nanotubos alineados de carbono, en mayo de 2000 informaron en la revista *Science*, junto con tres colaboradores de Alemania, Bélgica y los Estados Unidos, la coalescencia o unión de nanotubos de carbono de una sola capa. Dicho fenómeno abre la posibilidad de cambiar a voluntad las propiedades de los tubos de carbono, como es la conductividad. Las propiedades electrónicas de los dos tubos unidos (aunque sea de modo parcial) se modifican y, en principio, podría haber una transferencia o conducción de electrones de un tubo a otro. El control de las estructuras atómicas, y en consecuencia, la obtención de materiales útiles en la nanotecnología, es cada vez más cercana.

¿Y para qué sirve...? Las mil y una aplicaciones

En el IPICYT, los doctores Terrones –cercaños colaboradores de Harold Kroto– encabezan la formación del segundo laboratorio de nanoestructuras de carbono y materiales laminares del país (el primero lo crearon ellos mismos durante su estancia como investigadores del Departamento de Física Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto de Física de la Universidad Na-

cional Autónoma de México, en Querétaro).

Una prueba de la importancia del carbono, que además es un elemento muy abundante en la naturaleza, la dio la fibra que de él se obtiene y que se utiliza en la fabricación de objetos que van desde piezas de aviones o de automóviles de carreras, a una raqueta de tenis; y cuya resistencia y ligereza lo hacen un material sobresaliente. Pero eso no es todo. A escalas que de tan pequeñas son difíciles de imaginar, el carbono no deja de sorprender; pues las nanoestructuras han probado tener aplicaciones importantes, y al respecto, “apenas estamos viendo la punta del iceberg”, asegura Humberto Terrones. En la actualidad, la investigación teórica y experimental tan sólo acerca de nanotubos de carbono arroja la publicación de 2.5 artículos cada día.

Hace un decenio se descubrieron los nanotubos, pero entonces no se pensó en las aplicaciones que llegarían a tener. Hoy ya existen prototipos de pantallas ultradelgadas de televisión hechas con ellos, las cuales no sólo son mucho más pequeñas, sino que poseen una resolución muy alta y un consumo de energía mínimo. Así, su comercialización podría darse en un lustro.

Por sus características de conductividad, no puede dejar de relacionar los nanotubos con el cómputo y la fabricación de *chips*. Recientemente se dio a conocer la creación del transistor de un solo electrón, hecho con esas pequeñísimas estructuras de carbono. “Si pensamos en ello, de forma eventual se podría lograr colocar una gran cantidad de transistores en un *chip* que daría a una computadora mayor rapidez y eficiencia”, añade Humberto Terrones, nombrado en 1999 como uno de los 50 líderes latinoamericanos para el nuevo milenio, por CNN y *Time*. Ya se han registrado algunos avances en el control del crecimiento de nanotubos (mediante su unión o coalescencia, por ejemplo), y podría lograrse así la obtención de materiales utilizados para almacenar información con mucho mayor densidad, es decir, la fabricación de discos duros de más memoria.

Otra realidad del uso de esta nanotecnología se halla en la reducción del tamaño de los teléfonos celulares, que en algunos casos ya contienen nanotubos en sus baterías,



Doctor Mauricio Terrones.



Doctor Humberto Terrones.



Personal del Departamento de Materiales Avanzados.

cada vez más pequeñas y livianas y con mayor capacidad de carga-descarga sin pérdida de sus propiedades. El IPICYT colabora con investigadores de Japón en este rubro, con la idea de lograr la obtención de baterías para autos híbridos, bastante más ligeras que las ya existentes, con lo cual se reduciría en un gran porcentaje el problema de la contaminación atmosférica de las ciudades.

Las aplicaciones de estos tubos podrían ser infinitas, y para encontrar otras más, los científicos han introducido metales en su cavidad. Humberto Terrones señala que, en principio, el carbono protege a los metales de la oxidación y conserva sus propiedades electromagnéticas. En colaboración con el profesor Kroto, los mexicanos colocaron hierro en el interior de esas estructuras, pero su estudio continúa, como el reto de producirlas en grandes cantidades y a bajo costo para llevarlas a las industrias.

Las otras revoluciones

El doctor Mauricio Terrones afirma que sus investigaciones no se limitan a las nanoestructuras de carbono: "Cada material tiene sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, y, a su vez, éstas cambian cuando se trata de escalas nanométricas tan pequeñas". En un trabajo que es igual de reconocido en todo el mundo, los hermanos Terrones estudian teóricamente estructuras diversas, como los disulfuros de tungsteno (WS_2) y de molibdeno (MoS_2), que presentan la característica de ser lubricantes sólidos, y nanoestructuras de tipo fullereno, es decir, esféricas, pero más grandes y colocadas en capas. En Israel ya se estudia su aplicación en piezas mecánicas para evitar su desgaste por fricción. Humberto menciona que casi cualquier material en forma de capa atómica o laminado puede doblarse en un tubo. Ese es el caso de otros más como el disulfuro de niobio (NbS_2), el óxido de vanadio (V_2O_5) y el diboruro de magnesio (MgB_2).

Los doctores Terrones señalan que esos materiales tienen el común denominador de ser semiconductores, aun-

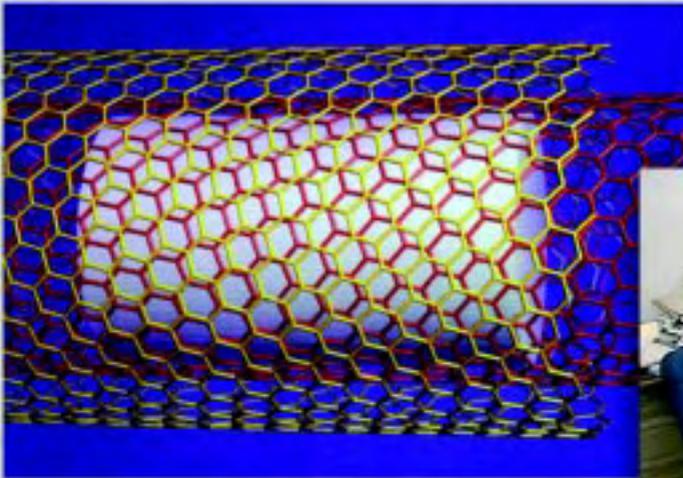
que esta propiedad varía de acuerdo con el diámetro que pueda tener cada nanotubo. El disulfuro de niobio y el diboruro de magnesio son superconductores de la electricidad (descubrimiento de hace tan sólo unos meses para el caso de MgB_2): "El objetivo es doblar éste último para formar tubos, y a pesar de que ya hemos avanzado hacia esa meta, todavía hay mucho por hacer desde el punto de vista teórico y experimental", agregan. Las aplicaciones en estos casos serían, una vez más, en electrónica.

Ambos integrantes del IPICYT escriben en la actualidad un libro acerca del papel que desempeñan los materiales en capas para la formación de nanoestructuras que tienen propiedades diferentes, en lo que será una importante aportación mexicana al campo de nanotecnología y nanoestructuras en el ámbito internacional.

Nuevas instalaciones e interdisciplina

En el año 2002, el Departamento de Materiales Avanzados para la Tecnología Moderna del IPICYT, ya instalado en su edificio y cuya construcción ya comenzó, contará con un laboratorio de nanoestructuras de carbono y materiales laminares, como se mencionó. Ahí el equipo de investigación más avanzada será herramienta indispensable para los científicos: "Tendremos dos microscopios electrónicos de emisión de campo, uno de transmisión y otro de barrido. El primero será único en el país y en Latinoamérica, y el quinto en el mundo. Se trata de un instrumento de 300 kilovolts", explica Humberto Terrones, y ello significa que se podrán obtener imágenes de nanoestructuras a amplificaciones muy grandes y con una resolución muy buena: "De hecho, vamos a ver los planos atómicos de un material, para establecer cuáles átomos están involucrados y podremos analizarlos uno por uno."

La adquisición de esas herramientas de observación, caracterizadas por tener una coherencia de haz muy alta y por producir imágenes a resoluciones imposibles de lograr con otros microscopios, es posible, en parte, gracias al



Nanotubo lleno de un metal.



Doctor José Luis Morán López, Director General del IPICYT.

Doctor Rubén López Revilla.

apoyo que el trabajo de investigación de los miembros del Departamento de Materiales Avanzados del IPICYT ha recibido por medio de la Iniciativa Científica del Milenio, impulsada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Así, este grupo científico será uno de los cuatro que a escala nacional recibirá recursos adicionales para permitirle continuar a la vanguardia de esta área del conocimiento en todo el mundo.

También existe el proyecto de crear un laboratorio de bajas temperaturas, en lo que será el primer edificio inteligente de San Luis Potosí, porque muchas propiedades de los materiales, como la superconductividad, se registran a temperaturas del orden de milikelvins. El objetivo es estudiar materiales, desde casi el cero absoluto, para entender sus procesos de superconducción de forma que en el futuro se puedan aplicar en la vida diaria. Otro laboratorio más se dedicará al estudio de las propiedades ópticas de las nanoestructuras.

Además de los hermanos Terrones, componen el Departamento de Materiales Avanzados los doctores Alejandro Díaz Ortiz, Florentino López Urías, Román López Sandoval, Emilio Muñoz Sandoval, Facundo Ruíz y José Luis Morán López.

En el IPICYT, el centro SEP-Conacyt, caracterizado por ser uno de los pocos con un enfoque interdisciplinario, el Departamento de Materiales Avanzados para la Tecnología Moderna ya ha establecido contacto con el resto de los departamentos, como el de Ingeniería Ambiental, para trabajar en proyectos conjuntos relativos, por ejemplo, a materiales que pueden absorber otros, pesados o tóxicos, lo cual podría representar una solución para algunos problemas de contaminación, o bien, para optimizar el aprovechamiento de los recursos mineros de esa entidad.

Con el Departamento de Biología Molecular se ha

establecido la posibilidad de trabajar en los temas de la cristalización de proteínas y del uso del carbono 60 para inhibir enzimas que participan en la replicación de virus, o bien, *biochips*: "La bionanotecnología es un área que está naciendo en el ámbito científico internacional, por lo que estamos a tiempo de empezar a trabajar a la par de investigadores de todo el mundo", abunda Mauricio Terrones, ganador del Premio Nacional de Química 2001 y el Premio Javed Husain de la UNESCO 2001. Si queremos resolver problemas complicados a escala nacional e internacional, necesitamos colaborar. La comprensión de la naturaleza requiere de la participación conjunta de especialistas de diferentes áreas e instituciones. El esquema de trabajar solos, cerrados, como se hacía antes, no es adecuado en ningún sentido, añade Humberto.

Asimismo, puntualiza la importancia del IPICYT no sólo para el desarrollo de la investigación interdisciplinaria, sino para la descentralización de la actividad científica en el país: "México debe diversificarse en ciencia y tecnología, lo que implica una distribución uniforme de los recursos. El nuestro no puede ser un país de una o dos universidades, sino de muchas; la mejor manera de aprovechar el potencial de sus jóvenes es acercándolos la educación, factor fundamental para competir, como nación, no sólo desde el punto de vista económico, sino cultural."

La investigación científica es una inversión a largo plazo. Hay que pensar en el futuro y no sólo en los resultados inmediatos: "Si hace algunas décadas se hubieran tomado medidas de apoyo a la investigación científica y la educación, tendríamos en la actualidad un México diferente, y para revertir esa tendencia se necesita la participación de la academia, el gobierno, la industria y la sociedad, la cual ha estado muy aislada de la actividad científica, y con razón", concluye. La "nanorevolución" ha estallado. 🌀

Relaciones de la planta con el suelo y la materia orgánica

LEOPOLDO GALICIA SARMIENTO

Introducción

Uno de los principales problemas ecológicos en nuestro país es el alto grado de deforestación, debido principalmente a la tendencia acelerada de la transformación de los ecosistemas templados, tropicales, áridos y semiáridos para introducir la ganadería y la agricultura extensiva (véase fig. 1). La rápida deforestación de estos ecosistemas influye de manera negativa sobre los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo en diferentes escalas espaciales y temporales; por ejemplo, reduce la entrada de materia orgánica al suelo, favorece la pérdida de nutrientes, incrementa la compactación, reduciendo su capacidad para retener la humedad, la aireación y la diversidad de los grupos microbianos de los suelos, modificando en forma negativa los controladores biológicos de la materia



Figura 1. Patrón general de modificación ambiental en México, tomado de Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los ecosistemas terrestres en México. Pasado, presente y futuro*. Conabio-Instituto de Biología, UNAM.

orgánica y la disponibilidad de nutrientes. La principal consecuencia de la reducción de la entrada de carbono al suelo es la de disminuir la fuente de energía para su actividad microbiana y los mecanismos de estabilización de la materia orgánica. Debido a lo anterior, el análisis funcional del restablecimiento de los mecanismos biológicos que controlan la disponibilidad de nutrientes en áreas degradadas y el mantenimiento de los ciclos de dichos nutrientes en los ecosistemas naturales requiere del entendimiento de las relaciones planta-suelo-materia orgánica; sin embargo, en México, son particularmente escasos los estudios en la influencia de las especies vegetales en la dinámica de la materia orgánica, así como sobre su influencia en la rehabilitación de los suelos degradados.



Figura 2. Fuente y almacenes de la materia orgánica del suelo.

La materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo (MOS) está formada por la acumulación de los restos de plantas parcialmente desintegradas, y asimismo, en condiciones naturales las raíces lo proveen de grandes cantidades de residuos orgánicos. Los microorganismos presentes en la MOS son responsables de la degradación y la síntesis de dichos materiales y también de otros componentes sintetizados, producto de la actividad de los microorganismos del suelo conforme ocurre la descomposición. La acumulación de la materia orgánica en el suelo depende de las adiciones regulares de los residuos animales y vegetales, y así como de su descomposición. La MOS tiene injerencia directa en el desarrollo de los ecosistemas y en los procesos que caracterizan su estructura y funcionamiento, porque influye en una variedad de procesos como los ciclos de los nutrientes, la formación de mecanismos que los protegen y la productividad del ecosistema, lo mismo que en la distribución y abundancia de las especies vegetales.

La importancia práctica de la MOS se atribuye por lo general a su capacidad de llevar a cabo las reacciones bioquímicas básicas para proveer de nutrientes a las plantas, contribuir al desarrollo estructural del suelo y a la fertilidad del mismo, mejorando las propiedades físicas y desarrollando la capacidad amortiguadora (*buffer*) y el comple-

jo de intercambio catiónico del suelo. La materia orgánica que se descompone inicialmente es el componente orgánico que ofrece una fuente de energía para la comunidad microbiana del suelo, la cual desempeña un papel importante tanto en los mecanismos de conservación como en los de disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, no toda la MOS posee la misma energía disponible, pues desde el punto de vista de su velocidad de recambio, ésta puede dividirse en activa, lenta y recalcitrante (véase fig. 2). Esta velocidad de recambio está relacionada de manera inversa con el tamaño del acopio de nutrientes; es decir, existen grandes acumulaciones muy poco activas (la mayoría de la materia orgánica humificada) y otras pequeñas muy activas (la biomasa microbiana). La materia orgánica biológicamente activa está compuesta por una mezcla de materiales orgánicos vivos (la biomasa microbiana) y muertos (los productos microbianos), y la biomasa microbiana es uno de los acopios en donde se encuentran las fracciones lábiles de los nutrientes del suelo, por lo que ejerce fuerte control sobre las tasas a las cuales el nitrógeno (N), el azufre (S) y el fósforo (P) son mineralizados y reciclados en los ecosistemas. La descomposición de la biomasa microbiana aporta hasta cinco veces más nutrientes que aquellos provenientes de la fertilidad del suelo inorgánico, debido a un alto recambio de N, P y S en las paredes celulares de los microorganismos.

La materia orgánica biológicamente activa no es un almacén estático a lo largo del tiempo, pues la estacionalidad de la precipitación tiene amplias repercusiones en la dinámica de la biomasa microbiana del suelo; por ejemplo, se ha propuesto que en los ecosistemas estacionales del trópico existe una relación negativa entre el contenido de humedad del suelo y la concentración de C, N y P microbiano (Jaramillo y Sanford, 1995). En la estación seca, los nutrientes del suelo se acumulan y se conservan en forma biológicamente activa en la biomasa microbiana, debido a que se reduce la actividad de las bacterias y las plantas, la lixiviación o pérdida de nutrientes por lavado del suelo, y la acumulación de éstos en el mantillo, disminuyendo así sus pérdidas en el ecosistema. En cambio, al inicio de la estación húmeda, los nutrientes inmobi-

lizados en la biomasa microbiana muerta se liberan, debido a los ciclos de secado y humedecimiento del suelo. Se ha demostrado que estos ciclos de secado y humedecimiento producen lisis celular de tejido microbiano (Jaramillo y Sanford, 1995), y lo anterior es de gran relevancia en los ecosistemas del territorio nacional, ya que existe marcada estacionalidad en la precipitación sobre zonas áridas, semiáridas, tropicales y templadas.

Las relaciones planta-suelo-microorganismos

En general se ha sostenido que las plantas que crecen en entornos pobres en nutrientes se caracterizan por tener baja demanda de éstos, producir hojarasca con menor calidad química y poseer tejido foliar de mayor longevidad, reduciendo la productividad primaria aérea en relación con las plantas que crecen en un habitat rico en nutrientes, debido a la forma como los capturan, usan y retornan las especies vegetales (Hobbie, 1992). De acuerdo con la información anterior, se ha concluido que las plantas que crecen en suelos pobres en nutrientes poseen alta eficiencia en su empleo; es decir, presentan mayor producción primaria aérea por unidad de nutriente capturado respecto a las especies que no hacen uso eficiente de ellos. Debido a ello, circulan bajas cantidades de nutrientes en la hojarasca y la materia orgánica incorporada al suelo es de baja calidad química, lo cual provoca que las tasas de descomposición del mantillo y la mineralización sean muy lentas, por lo que la disponibilidad de nutrientes se ve limitada (Hobbie, 1992). Por el contrario, las especies que crecen en un habitat rico en nutrientes presentan el patrón opuesto (Hobbie, 1992); sin embargo, se ha sugerido que para otras que crecen en los mismos sitios los patrones antes mencionados pueden diferir, debido a que sus características morfológicas y funcionales influyen en los ciclos de los ecosistemas.

Se ha reconocido recientemente el efecto diferencial de las especies vegetales sobre la calidad y la cantidad de la MOS, que influye en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas. Estos efectos sobre el ciclo de nutrientes, determinan diferentes procesos funcionales, como la pro-

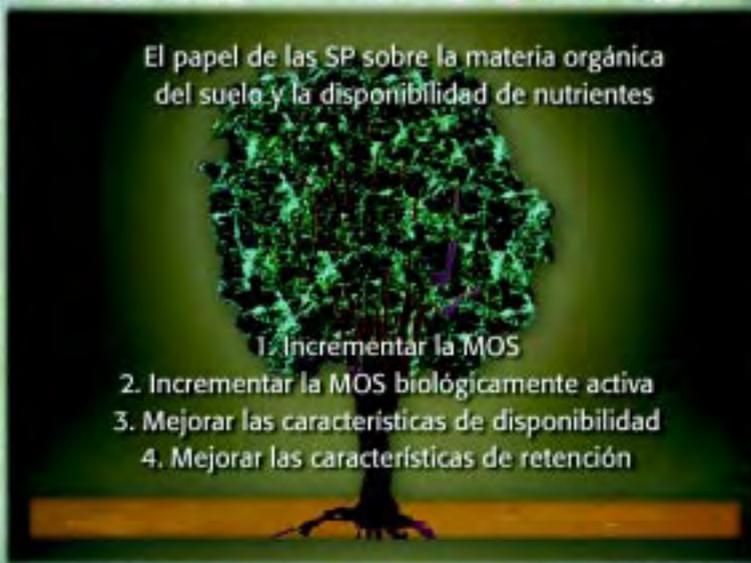


Figura 3. Atributos funcionales de las especies vegetales que modifican la materia orgánica del suelo.

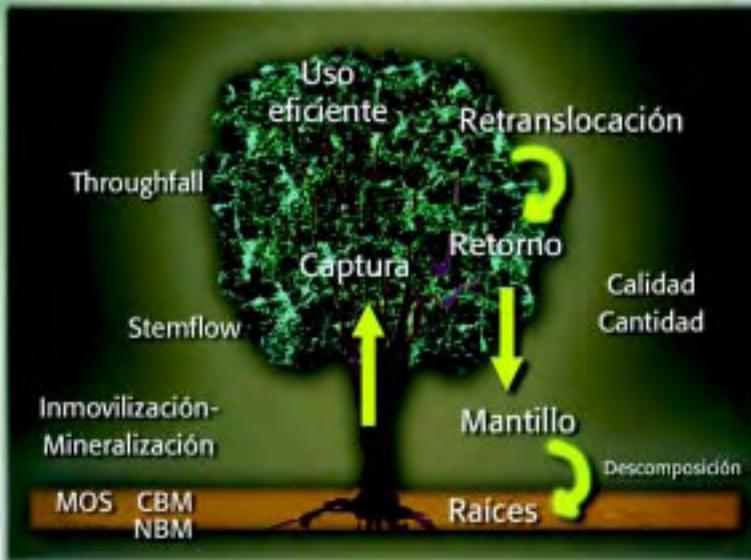


Figura 4. Mecanismos del ciclo de nutrientes que son afectados por las especies vegetales.

ductividad primaria aérea, la descomposición de la materia orgánica y la pérdida de esos nutrientes en el suelo (véase fig. 3), determinando así la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Vitousek y Walker, 1989). Las diferencias en las características morfológicas y fisiológicas de las especies vegetales, tales como la asignación de energía entre las partes aéreas y subterráneas, la fijación biológica de N_2 , la ruta fotosintética (C_3 o C_4), las tasas de crecimiento (lento o rápido), la productividad, la fenología (caducifolias siempre verdes, suculentas) y la calidad química de la hojarasca (concentraciones de lignina, celulosa y polifenoles), generan patrones particulares de reciclado de nutrientes, debido a que estas características modifican la cantidad y la calidad de la materia orgánica que retorna al suelo (fig. 4).

Por ejemplo, los estudios pioneros sobre los efectos de las especies vegetales en las características físicas y químicas del suelo, debido al dosel existente en su entorno inmediato, han sido llevados a cabo en los ecosistemas áridos y semiáridos. La presencia de las especies arbóreas o arbustivas (C_3) incrementa la disponibilidad de recursos en el suelo y mejora las características físicas y químicas del mismo en relación con los espacios abiertos o las áreas dominadas por pastos (C_4), mediante diferentes mecanismos; así los árboles y arbustos mejoran el microclima, y la sombra que generan las copas de los primeros reduce las temperaturas máximas del suelo y la evapotranspiración, incrementando la humedad relativa y afectando positivamente el balance hídrico y energético del suelo. Asimismo, aumenta la entrada de materia orgánica a causa de la productividad primaria, aérea y subterránea, lo cual modifica no sólo la cantidad sino la calidad de la materia orgánica que se incorpora al suelo. En los ambientes áridos y semiáridos, como las sabanas, la vegetación está dominada generalmente por pastos con ruta fotosintética C_4 , influyendo de manera negativa en la eficiencia del uso de agua y de nutrientes, así como en la productividad primaria y en la calidad de la materia orgánica que producen (altos cocientes C:N y lignina:N, o bajas proporciones de proteínas, lípidos y carbohidratos), lo cual reduce el potencial de descomposición del material orgá-

nico y la disponibilidad de nutrientes en grandes áreas dominadas por los pastos en lugar de árboles, debido no sólo a que éstos incorporan la materia orgánica, dando mayor calidad química a la hojarasca, sino también a su carácter caducifolio o siempre verde, que incrementan la disponibilidad de recursos en el suelo y el reciclado de nutrientes.

Las especies vegetales arbóreas también modifican la composición de las comunidades de descomponedores que, junto con el mejoramiento de las condiciones del ambiente bajo su copa y las características de la calidad del material orgánico, favorecen la actividad biológica del suelo y la consecuente mineralización de dichos nutrientes. Se ha informado que la biomasa microbiana, así como las poblaciones de nemátodos y macroartopodos favorecen la tasa de mineralización de N bajo los árboles. La mayor cantidad de materia orgánica bajo la copa de los árboles respecto a las áreas dominadas por los pastos mejora la estructura, la porosidad y la aireación del suelo a consecuencia del regreso de residuos orgánicos, determinando la cantidad de nutrientes que se reciclan por medio de la descomposición del mantillo y favoreciendo en mayor medida la formación de la materia orgánica biológicamente activa que la materia orgánica total. Desde el punto de vista funcional, la presencia de árboles y arbustos es una de las causas de los patrones de disponibilidad de nutrientes, que asimismo se manifiestan en el incremento de la diversidad y la productividad de las especies de herbáceas bajo la copa y en la reducción de los procesos erosivos de los suelos.

Otro de los ejemplos de las relaciones planta-suelo-materia orgánica, son los estudios relacionados con las especies vegetales con capacidad simbiótica de fijar N, y uno de los trabajos pioneros del efecto de éstas sobre las características del suelo se realizó con la especie invasora *Myrica faya* en Hawaii (Vitousek y Walker, 1989). Estas especies vegetales desempeñan un papel importante en la disponibilidad de recursos en el suelo, debido a que la entrada exógena de N (mayor concentración en la hojas y menor concentración de lignina y polifenoles) incrementa su acumulación (Vitousek y Walker, 1989). Además, las

especies con capacidad simbiótica de fijar N aceleran las tasas de descomposición, debido a que no sólo entra N mineral sino también cantidades considerables de C orgánico para los microorganismos; es decir, estimulan la entrada de C al aumentar la productividad de hojas, tallos, raíces y los productos de éstas (ácidos orgánicos y exudados), e incrementan la disponibilidad de N en el ecosistema, que sirve como fuente disponible para otras especies. Sin embargo, en algunas zonas tropicales se ha informado que no todas las especies con capacidad simbiótica de fijar N aumentan el potencial de descomposición del mantillo, ya que la presencia de algunos compuestos de las plantas puede modificar la calidad del material de las mismas. La explicación se debe a que ciertas especies con capacidad simbiótica de fijar N presentan altos contenidos de polifenoles, los cuales retardan las tasas de mineralización al inhibir la actividad enzimática microbiana, por lo que puede haber periodos prolongados de inmovilización de los nutrientes. Los estudios del efecto de las especies vegetales sobre las características biogeoquímicas del suelo aportan elementos prácticos en el manejo de los recursos, como en el caso de las plantaciones forestales, utilizando por ejemplo, mezclas de especies de valor comercial (*Pseudotsuga menziesii*) con otras de capacidad simbiótica de fijar N sin valor comercial (*Alnus rubra*), plantadas a diferentes densidades (Binkley *et al*, 1992). En estos sistemas, las especies vegetales presentan diferencias en sus tasas de crecimiento, debido a sus habilidades para obtener recursos (luz, agua y nutrientes), así como a sus diferencias en la eficacia en el uso de los mismos. Desde el punto de vista de la productividad, estas mezclas fueron dos veces más productivas que las plantaciones puras de *Pseudotsuga menziesii*, ya que *Alnus rubra* incrementó la concentración foliar de N de *Pseudotsuga menziesii*, dando como consecuencia el aumento de las tasas de mineralización de N, sus almacenes totales y la disponibilidad de formas inorgánicas. *Alnus rubra* produce grandes cantidades de hojarasca con mayor concentración de N, como resultado de la baja eficiencia de su uso por estas especies (Binkley *et al*, 1992), y asimismo, las que tienen capacidad simbiótica de fijar



Figura 5. La selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco, México.



Figura 6. Consecuencias de la roza-tumba-quema en Chamela, Jalisco, México.

N mejoran diversos aspectos del reciclado de nutrientes, como la eficiencia en su uso, los niveles de N en el suelo y el porcentaje de bases intercambiables en los sitios donde se encuentra la especie beneficiada, incrementando no sólo la productividad, sino también los mecanismos de protección de nutrientes (Binkley *et al*, 1992).

Las especies vegetales modifican la composición de las comunidades de microorganismos en el suelo, y son responsables de las tasas de descomposición del mantillo, el procesamiento de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Se ha determinado que existen acoplamientos entre los microorganismos y los tipos de mantillo, cuya descomposición se sugiere que depende más de las comunidades adaptadas a tipos específicos que de la disponibilidad de N, ya que ésta es el resultado de los patrones de descomposición más que la causa de su disponibilidad. Por ejemplo, en un sistema de plantaciones forestales de *Eucalyptus saligna* y *Albizia falactaria* en zonas tropicales, las comunidades microbianas del suelo están dominadas por hongos en el primer caso, mientras que en el segundo están dominadas por las bacterias responsables de las tasas de la mineralización de N.

En México, pocos estudios han tratado de describir el fenómeno de las relaciones planta-suelo-microorganismo;

por ejemplo, en el ecosistema tropical estacional de Chamela, Jalisco (véase fig. 5), el tipo de manejo es la roza-tumba-quema para la introducción de praderas destinadas a la ganadería extensiva (véase fig. 6). Durante esta práctica se dejan algunas especies de árboles de la selva, los cuales son utilizados como postes de cercado y para la obtención de leña y madera, y este escenario ecológico permite evaluar la influencia individual de las especies vegetales remanentes sobre las características biogeoquímicas del suelo. Así una primera consecuencia de la presencia de los árboles sedimentados en la matriz del pasto se refleja en la reducción de la compactación del suelo, pues dichos árboles tuvieron menor densidad aparente -1.07 y 1.12 g cm^{-3} (*Cordia* y *Caesalpinia*, respectivamente)– en relación con el *Panicum* -1.30 g cm^{-3} – (Galicía, 2001), lo cual puede deberse a la cantidad de materia orgánica que éstos retornan al suelo, favoreciendo la disponibilidad de agua y la aireación. Por otro lado, los árboles remanentes tuvieron la mayor concentración de nitratos (Nt) y fosfatos (Pt) en el suelo, respecto a la especie de pasto en septiembre. La estructura química del material orgánico y su influencia sobre las tasas de mineralización de N y P del mantillo pueden explicar la concentración de Nt y Pt en el suelo asociado a los árboles remanentes; por ejemplo, el material orgánico de la especie de pasto presentó altos contenidos de lignina y polifenoles, así como menor concentración de N en el mantillo, y en contraste, *Cordia* y *Caesalpinia* tuvieron 1.5 y 1.3 veces más N que *Panicum*, lo cual explica la mayor transferencia de N al suelo asociado a los árboles remanentes, mediante la descomposición del mantillo (Galicía, 2001).

Implicaciones

Los resultados del estudio de las relaciones planta-suelo-materia orgánica pueden aplicarse en el manejo de recursos, y una primera implicación es que los ciclos de nutrientes se pueden modificar al cambiar la identidad de las especies o realizar una combinación de éstas, lo cual resulta clave no sólo para elevar la

productividad de los sistemas, sino que es una evidencia de que se pueden manipular los mecanismos de protección; es decir, la identidad de las especies y los ciclos de dichos nutrientes pueden tener efectos recíprocos que influyan en la sustentabilidad de plantaciones forestales y agroforestales. Un segundo aporte es el de reducir la lixiviación de los nutrientes, la acidificación y la erosión del suelo, pero como la recuperación biológica de los mecanismos para su disponibilidad de nutrientes y la restauración ecológica dependen en gran medida de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la incorporación de materia orgánica al mismo, las relaciones planta-suelo-materia orgánica son clave para lograr éxito en los programas orientados a su manejo, y los esfuerzos en la investigación futura deben integrarse al estudio de tal relación en escalas espaciales locales y regionales. ●

Bibliografía

- Binkley, D.; P. Sollins; R. Bell; D. Sachs, y D. Myrold. "Biogeochemistry of Adjacent Conifer and Alder-conifer Stands", *Ecology* 73, 1992, pp. 2022-2033.
- Galicía, S. L. . Efecto de dos especies de árboles remanentes sobre la entrada de C y N al suelo en una pradera de un ecosistema tropical estacional, México, 2001, tesis de doctorado, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hobbie, S.E. "Effects of Plant Species on Nutrient Cycling," *TREE* 7, 1992, pp. 336-339.
- Jaramillo, L.V., y R. L. Sanford Jr. "Nutrient Cycling at Tropical Deciduous Forest," en Bullock, S. H., H. A. Mooney, y E. Medina (eds.), *Seasonally Tropical Deciduous forest*, Cambridge, 1995, Cambridge University Press.
- Vitousek, P. M., y L. R. Walker. "Biological Invasions by *Myrica faya* in Hawaii: Plant Demography, Nitrogen Fixation and Ecosystem Effects", *Ecological Monographs* 59, 1989, pp. 247-265.

Ordenamiento ecológico del Distrito Federal

*Por una política ambiental efectiva
para el área rural del D.F.*

D

Introducción

urante los últimos cuatro decenios, la presión ejercida por las actividades de la población humana sobre los ecosistemas naturales y los terrenos dedicados a la agricultura o a otras actividades productivas del país ha provocado enormes efectos ambientales negativos que ocasionan la disminución de la calidad del aire, y por lo tanto, de la calidad de vida de los habitantes. Con la responsabilidad que implica poseer gran riqueza cultural y ser considerado un país megadiverso (por poseer, junto con otros 16 países, el 75% de todas las especies de animales y plantas vasculares del planeta que han sido descritas), México sufre una de las crisis ecológicas más severas que se hayan registrado.

El colapso de la diversidad biológica debido a la reducción y destrucción de su habitat ha sido uno de los problemas ambientales y ecológicos más alarmantes de los últimos años, sin embargo, en lugar de buscar una solución integral, a finales del siglo XX los mecanismos de mercado tasaron económicamente los valores ambientales para justificar la importancia de los recursos naturales de forma simplista y alarmante, ya que no tomaron en cuenta la trascendencia intrínseca de los mismos ni los valores tradicionales que representan para las diferentes culturas del país. Es como si los problemas ecológicos y ambientales surgieran por no haber asignado derechos de propiedad y precio a los bienes comunes, y no como resultado de la acumulación de capital, ni de fallas del mercado.¹ La pérdida de la biodiversidad implica la desaparición gradual o abrupta de la base natural necesaria para el desarrollo de la población humana, por tanto, es necesario diseñar y aplicar un modelo de desarrollo que tenga como premisas fundamentales el mantenimiento de la biodiversidad y el conocimiento tradicional de ejidos, comunidades y pueblos para el uso adecuado de los recursos naturales.

En este contexto, es fundamental el desarrollo y la aplicación de instrumentos que determinen, a través de la planificación regional, modelos óptimos de uso del suelo, así como lineamientos y criterios ambientales que regulen los programas y proyectos de desarrollo. Uno de estos instrumentos es el Ordenamiento Ecológico, el cual es básico para lograr las metas planteadas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y por la Ley Ambiental del Distrito Federal (vigente desde febrero de 2000) para conservar y promover el equilibrio ecológico. Su función principal es determinar los mejores usos del suelo, además de regular y promover las actividades productivas, en concordancia con la estructura y función de los ecosistemas y con las necesidades de la población, integrando para ello conocimientos técnicos y científicos, así como un entendimiento real de la problemática ambiental, económica y social para minimizar los conflictos ambientales ocasionados por el uso del suelo. Debido a su condición centralista y sus características físicas, en regiones como la cuenca de México y el Distrito Federal, este instrumento de política ambiental es de la mayor relevancia para conservar los ecosistemas naturales y garantizar el desarrollo de su población.

En una época de profundos cambios políticos y sociales, México tiene aún oportunidades para enfrentar los retos que implica conservar la biodiversidad, recuperar y restaurar la frontera forestal, sanear las cuencas hidrológicas, utilizar fuentes de energía alternativa y al mismo tiempo garantizar el desarrollo económico, social y cultural de su población.

El suelo de conservación del Distrito Federal y su importancia para los habitantes de la zona metropolitana

El Distrito Federal ocupa aproximadamente 150 mil hectáreas, que con fines administrativos, se dividen en suelo urbano y *suelo de conservación*. Este último constituye el área rural de la entidad y ocupa una extensión de 88 442 hectáreas (que representan 59%

del territorio del Distrito Federal) distribuidas en nueve delegaciones: Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, La Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco (véase fig. 1). En este territorio se registran aproximadamente 50 mil hectáreas cubiertas de vegetación natural y 30 mil dedicadas a las actividades agropecuarias (fig. 2, cuadro 1). Asimismo, ocurre una compleja interacción de los elementos vivos y no vivos que constituyen los ecosistemas, lo que genera múltiples bienes y servicios indispensables para la sobrevivencia de la población, y, sin importar si éstos son susceptibles de apropiación o no, contribuyen al bienestar humano. Los ejemplos más importantes de los bienes y servicios que aporta el suelo de conservación a la ciudad de México son: 1) mantenimiento del ciclo hidrológico de la Cuenca del valle, ya que abarca las zonas más importantes para la recarga del acuífero, del cual la capital obtiene el 70% del agua que consume; 2) aporte de recursos maderables y no maderables a las comunidades rurales de la región; 3) barreras contra partículas contaminantes; 4) captura de dióxido de carbono, y 5) oportunidades de recreación para los habitantes de la zona metropolitana.

Además de estos aspectos, los recursos naturales forman parte de la identidad cultural de muchos de los pueblos que ocupan este territorio, con el consiguiente desarrollo de los conocimientos tradicionales que se mantienen vivos para el aprovechamiento y la conservación de los ecosistemas. Esta región incluye el conjunto de los poblados rurales, los ejidos y las comunidades como forma de organización social y de tenencia de la tierra, lo mismo que a los asentamientos humanos ubicados en el límite de la zona urbana. La preponderancia de la propiedad social es una marca de distinción del suelo de conservación.

Por otra parte, el Distrito Federal posee 19 áreas naturales protegidas que ocupan poco más de 15 mil hectáreas, de las cuales existen 12 en el suelo de conservación (13 mil quinientas ha). Estas zonas son de gran relevancia ambiental ya que resultan sitios con muestras representativas de la diversidad biológica de esta ciudad y del país.

Los principales problemas que afronta el suelo de conservación

A pesar de su importancia, el crecimiento urbano desordenado hacia este territorio y la deforestación han afectado negativamente el suelo de conservación. En un estudio realizado en mayo del 2000, la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (Corena) identificó 705 asentamientos humanos –180 regulares y 525 irregulares–, que ocupan una superficie de poco más de tres mil hectáreas (véase fig. 3). La transformación drástica de la cobertura del suelo ha ocasionado la desaparición de ecosistemas y especies de flora y fauna silvestres; la tasa de deforestación se estima en 240 hectáreas por año y se registran numerosos tiros clandestinos de cascajo e incendios forestales. El crecimiento caótico de la ciudad ha provocado un desequilibrio en el balance entre la recarga y la extracción de agua del acuífero, estimándose que su recarga³ es de 25 m³/seg y su extracción de 54 m³/seg, lo que ocasiona un déficit de 29 m³/seg. En el caso de las áreas naturales protegidas, la extensión original de los parques nacionales (a partir de la primera declaratoria de 1917) se ha visto reducida en un 47%, debido al avance de la mancha urbana.

En relación con la propiedad social en el Distrito Federal, entre los años 1940 y 1950 existían 81 ejidos y 12 comunidades, y para los años setenta habían desaparecido 40 núcleos agrarios, de los cuales, 36 eran ejidos y cuatro comunidades. Junto con estos núcleos se perdie-

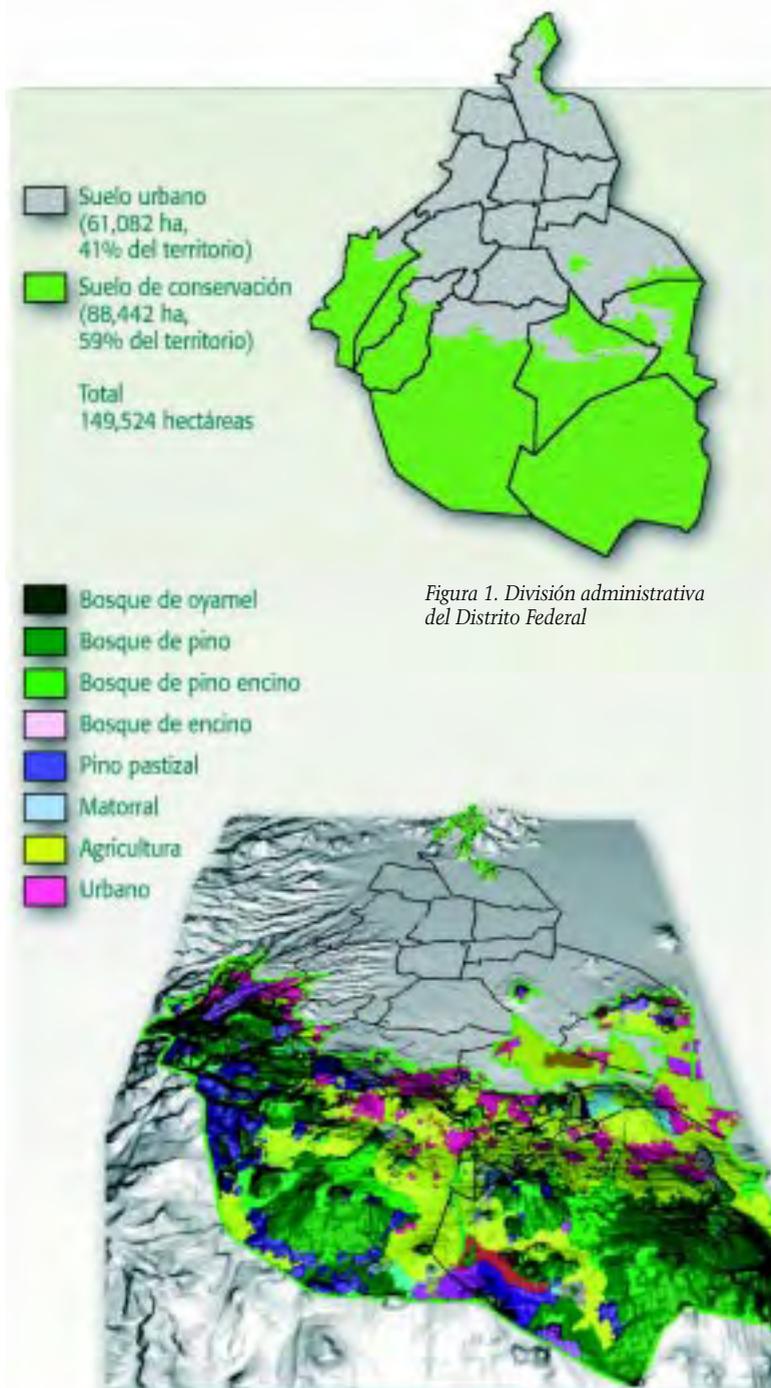


Figura 1. División administrativa del Distrito Federal

Figura 2. Vegetación y uso del suelo del área rural del Distrito Federal

Cuadro 1. Vegetación y uso del suelo del área rural del Distrito Federal

Vegetación y uso del suelo	Extensión (ha)	% del suelo de conservación
Forestal de conservación	32 155.5	36.4
Coníferas y latifoliadas	38 252	43.3
Matorral	500	0.6
Pastizal	10 937	12.4
Uso agrícola	28 599	32.3
Uso urbano	10 154	11.4
Total	88 442	100



Figura 3. Asentamientos irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal



Figura 4. Proceso de integración del Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

ron más de 17 mil hectáreas agropecuarias y forestales, que fueron utilizadas para los grandes desarrollos inmobiliarios habitacionales, financieros y comerciales, además de las redes viales; también se ha perdido el 49% de los núcleos agrarios, pues de los 93 que existían, actualmente sólo hay 46 con propiedad social de la tierra, y de las 54 400 hectáreas de superficie con que contaban, sólo restan 33 938 hectáreas (11 934 ha ejidales y 22 004 ha comunales). Esto implica que ha habido una disminución de 20 462 hectáreas, afectadas por la mancha urbano-industrial, y que 38 de los 88 núcleos agrarios que actualmente existen ya no cuentan con tierras⁴.

El ordenamiento ecológico del Distrito Federal; una propuesta para garantizar la conservación de los recursos naturales

Ante este panorama, la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural y el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desarrollaron una propuesta para el ordenamiento ecológico del Distrito Federal, con los siguientes objetivos: a) garantizar la permanencia de los recursos naturales que generan bienes y servicios ambientales; b) ordenar las actividades de producción, conservación y restauración de dichos recursos en el suelo de conservación; c) evitar el cambio de uso del suelo, y d) conservar y proteger los ecosistemas, la biodiversidad, los recursos naturales y el uso cultural de los mismos.

Esta propuesta fue la base para el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, vigente desde agosto del 2000. Dicho Programa es un instrumento de planeación, dirigido a regular las actividades forestales, agrícolas, ganaderas, turísticas y de conservación de la diversidad biológica, así como a contrarrestar el crecimiento urbano desordenado. Consecuentemente, los productos básicos del ordenamiento ecológico consisten en: 1) la zonificación del territorio en función de los usos del suelo, y 2) un conjunto de políticas, lineamientos y criterios para el uso del suelo y la conservación de los recursos naturales.⁵

Cómo se elaboró el ordenamiento ecológico

La elaboración del ordenamiento ecológico incluyó una serie de procedimientos para el análisis de la información geográfica y socioeconómica, así como una zonificación del suelo de conservación, a partir de los cuales, se aplicaron las políticas ambientales destinadas a conservar, proteger, restaurar y aprovechar dicha zonificación. El propósito de estos procedimientos fue limitar las actividades humanas incompatibles, con el fin de prevenir o solucionar los conflictos ambientales entre

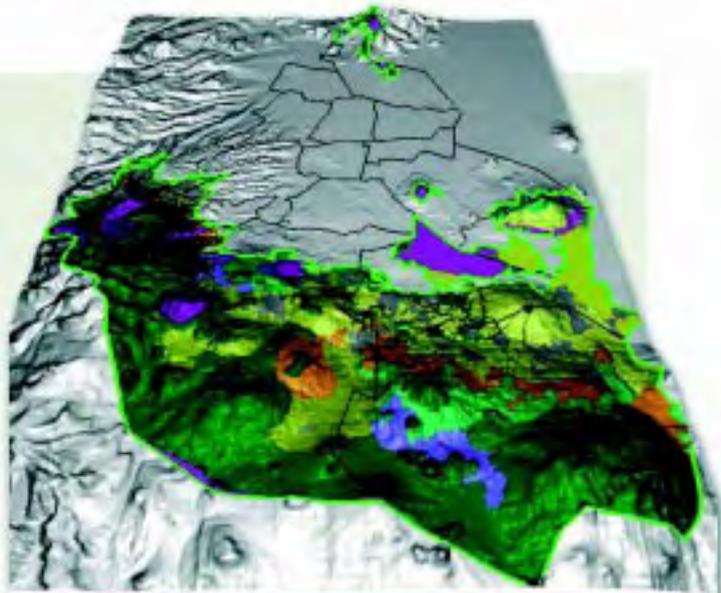


Figura 5. Zonificación normativa del suelo de conservación del Distrito Federal

los sectores que inciden en este territorio, conservar los ecosistemas naturales y mantener la capacidad productiva de la región. De esta forma, el estudio se dividió en las siguientes fases:

a). Integración de una base cartográfica de datos con las principales variables ambientales y socioeconómicas en un sistema de información geográfica (fig. 4). b). Análisis de los cambios y las tendencias de la cobertura del suelo (deforestación y avance de la mancha urbana). c). Identificación de la capacidad de uso del suelo para el desarrollo de las actividades de producción y conservación. d). análisis de la importancia del territorio, considerando la identificación las de áreas para la recarga del acuífero y la riqueza de especies de vertebrados terrestres.⁶ e) Zonificación del territorio en unidades ambientales homogéneas. f). Asignación de políticas y lineamientos para normar el uso del suelo. g). Consulta pública de la propuesta de ordenamiento ecológico.

Esta metodología permitió identificar las zonas más adecuadas para las actividades económicas, así como las más importantes desde el punto de vista ecológico e hidrológico y las más vulnerables al deterioro. También se delineó un patrón de usos del suelo, que maximiza los servicios ambientales y la capacidad productiva y que, simultáneamente, minimiza tanto los conflictos ambientales *in situ*, como aquellos que ocasionan consecuencias al exterior del área de estudio (por ejemplo, la reducción en el abastecimiento de agua en la ciudad de

México). Dado que el suelo de conservación es esencial para el mantenimiento del ciclo hidrológico de la Cuenca y la conservación de la diversidad biológica, alcanzar estas metas depende, fundamentalmente, de la asignación de usos que, además de ser compatibles frenen el cambio de la cobertura natural.

Zonificación normativa para los usos del suelo

De acuerdo con las consideraciones anteriores, el suelo de conservación se dividió en ocho zonas homogéneas, denominadas unidades ambientales. Estas zonas fueron: agroecológica, agroecológica especial, agroforestal, agroforestal especial, forestal de protección, forestal de protección especial, forestal de conservación y forestal de conservación especial (figura 5, cuadro 2), cuyas características se relacionan con su capacidad para sostener actividades productivas, recargar el acuífero y conservar la biodiversidad. Durante el proceso de zonificación se aplicaron las políticas am-

Cuadro 2. Zonificación normativa del ordenamiento ecológico del Distrito Federal

Zonificación normativa	Extensión (ha)	% del suelo de conservación
Forestal de conservación	32 155.5	36.4
Forestal de conservación especial	3 210.7	3.6
Forestal de protección	6 985.5	7.9
Forestal de protección especial	2 006.1	2.3
Agroforestal	6 141.8	6.9
Agroforestal especial	5 084.3	5.7
Agroecológica	14 056.0	15.9
Agroecológica especial	3 114.5	3.5
Áreas naturales protegidas	8 266.6	9.3
Programas de desarrollo urbano	7 420.9	8.5
Total	88 442.0	100.0



Figura 6. Milpa Alta. Muestra de la zonificación forestal de conservación que proporciona beneficios ambientales a la población del Distrito Federal.

bientales necesarias para conservar, proteger, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales. La clasificación de usos del suelo muestra un gradiente que va de la conservación y protección de los ecosistemas forestales (forestal de conservación y forestal de protección), que ocupan las principales zonas con vegetación natural y de mayor recarga del acuífero (véase fig. 6), la asignación de zonas de amortiguamiento entre el área boscosa y los terrenos agrícolas y pecuarios (agroforestales), donde se promueve el uso múltiple de los recursos, hasta el área agroecológica con alto potencial productivo, que es necesario fomentar basándose en lineamientos y criterios ambientales sólidos.

Lineamientos y criterios para el uso del suelo

Además de la zonificación normativa, se consideraron los nueve sectores productivos que inciden en este territorio y las características físicas, biológicas y socioeconómicas del suelo de conservación, para estructurar una tabla de usos que señala las actividades, clasificándolas como autorizadas o prohibidas, además de los lineamientos generales que deberán observarse para el adecuado uso del suelo y para evitar impactos negativos importantes sobre la estructura y función de los ecosistemas. De manera general, estos lineamientos se abocan a eliminar o controlar todas aquellas actividades que ocasionan daños a los ecosistemas, como el empleo de agroquímicos dañinos, las quemadas no prescritas, el desmonte, la extracción de pastos y la introducción de especies exóticas y no nativas, la caza, el entubamiento y la desviación de cauces y cuerpos de agua. Asimismo, fomentan las actividades dirigidas a la conservación de los recursos, mediante métodos culturales para el control de plagas forestales y agrícolas, la labranza cero, la reconversión gradual de la actividad de extracción de tierra de monte y tierra de hoja, y el uso múltiple en terrenos agroforestales.

Como se observa, el ordenamiento ecológico posee una orientación conservacionista que fomenta la aplicación de políticas y acciones que permitirán cumplir con

el objetivo legal de proteger el equilibrio ecológico, incorporando el desarrollo de la población rural como uno de los ejes centrales de la política ambiental del Distrito Federal. Este ordenamiento utiliza principios de uso múltiple del suelo (obtención concurrente y sostenida de más de un producto o servicio, sin deterioro de la calidad y productividad ambiental a largo plazo), el manejo de cuencas (el cual reúne una serie de principios que relacionan las actividades humanas, los componentes ambientales y el ciclo hidrológico, con el fin de conservar y aprovechar racionalmente los elementos naturales en una cuenca hidrográfica) y la inclusión de los dueños de la tierra en la toma de decisiones sobre el diseño y la aplicación de las políticas ambientales.

El ordenamiento ecológico es un proceso dinámico y adaptativo a los cambios ambientales, sociales y económicos, que apoya el diseño de políticas ecológicas con los avances de las investigaciones científicas y la experiencia de las comunidades rurales en el manejo y la conservación de los recursos naturales.

El papel de la participación ciudadana en la política ambiental

El ordenamiento ecológico del Distrito Federal considera fundamental la participación de pueblos, ejidos y comunidades de la zona rural, para definir los usos del suelo, sin prejuzgar sobre la tenencia de la tierra. Por ello, a principios de 2000 se llevó a cabo la Consulta Pública del Ordenamiento Ecológico, que aseguró la participación de los diferentes sectores de la población en el establecimiento de las bases para diseñar y aplicar una verdadera política ambiental en el suelo de conservación. Esta consulta se llevó a cabo en forma diferenciada, con el fin de captar la opinión de la población urbana en torno a la importancia de este suelo y de que los pobladores del área rural definieran sus usos y destinos. Durante el proceso hubo una amplia aceptación por parte de los habitantes para la aplicación de este instrumento, y asimismo, se observó la necesidad de difundir entre la población urbana los beneficios ambientales que

aporta el suelo de conservación y de establecer una relación de continuidad territorial entre el campo y la ciudad, a efecto de lograr la sustentabilidad del Distrito Federal.

Implantación del Programa

Como se mencionó, el ordenamiento ecológico es dinámico y la labor de planificar las actividades productivas y de conservación no termina en un decreto; por el contrario, este proceso detona la ejecución de otros instrumentos que son necesarios para lograr la efectiva aplicación de la política ambiental en estrecha coordinación con los mandatos establecidos por el ordenamiento ecológico. Entre estos instrumentos se encuentran: 1) la evaluación del impacto ambiental; 2) las normas ambientales; 3) la inspección y vigilancia de los recursos naturales; 4) el fondo ambiental público, orientado al apoyo de proyectos que propicien la conservación de los recursos naturales, y 5) los instrumentos económicos, fiscales, financieros, de mercado y técnicos para retribuir a las comunidades rurales por los bienes y servicios ambientales que sus terrenos ofrecen a la población del Distrito Federal. Es de suma importancia considerar este último instrumento, ya que no se podrá garantizar una aplicación eficaz de la normatividad ambiental si no se fomenta el desarrollo cultural y sustentable de la zona rural y se favorece la gestión ecológica de los proyectos sociales alternativos para aplicar de manera exitosa el Programa General de Ordenamiento Ecológico.

De este modo, el Distrito Federal cuenta por primera vez con un instrumento de política ambiental que no sólo ordena las actividades productivas del área rural, sino que también genera opciones para detener la mancha urbana y fomentar la retribución a los dueños de la tierra por los bienes y servicios ambientales que los terrenos de la población rural brindan a todos los habitantes de la ciudad de México.

La situación ambiental por la que atraviesa el Distrito Federal obliga a utilizar el ordenamiento ecológico como estrategia efectiva para la conservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de

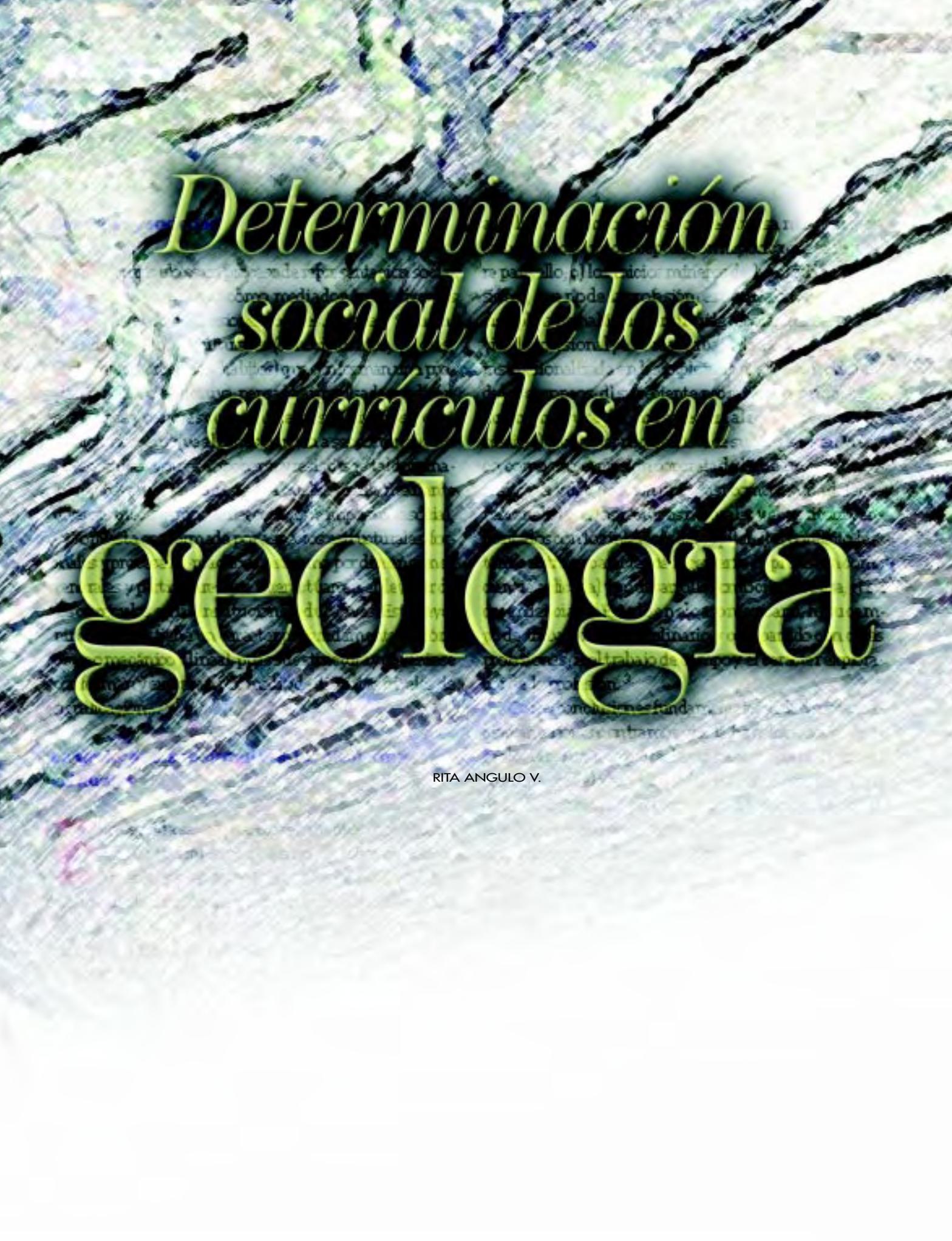
los recursos naturales, articulando y coordinando diversos programas y proyectos institucionales y sociales. La perspectiva conservacionista del Programa de Ordenamiento Ecológico legitima las necesidades y demandas de los habitantes del suelo de conservación en torno a la obtención de recursos que fortalezcan su economía al aplicar una verdadera política ambiental que ordene y fomente las actividades productivas y de conservación de los recursos naturales, pues el suelo de conservación del Distrito Federal es imprescindible para garantizar la sobrevivencia de la ciudad.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a Ma. Eugenia Gutiérrez González por la revisión al manuscrito y por sus valiosos comentarios.

Notas

- ¹ Leff, E. "La insoportable levedad de la globalización: la capitalización de la naturaleza y las estrategias del desarrollo sostenible", en *Los escenarios paradójicos del desarrollo*, Puebla, México. 1999, Universidad Iberoamericana, pp 17-36.
- ² Myers, N. "Extinction Rates Past and Present", *BioScience*, 1989, pp. 39-41.
- ³ Ezcurra, E. *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México*, 1990, Fondo de Cultura Económica, 199 pp.
- ⁴ Vargas, M. F., y S. Martínez. "Análisis de la propiedad social del Distrito Federal en el umbral del siglo XXI", en *Estudios Agrarios*, núm 12, revista de la Procuraduría Agraria, pp. 9-53.
- ⁵ Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, 1999 (Programa para la Gestión y Administración de los Recursos Naturales del Distrito Federal).
- ⁶ Azuara, M.I. *Modelación estocástica y espacial de la biodiversidad*, (tesis doctoral), Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1997.



*Determinación
social de los
currículos en
geología*

RITA ANGULO V.



*“Lo teórico tiene límites,
la totalidad no los tiene...”*

Alicia de Alba

La geología, como disciplina estratégica para la producción y para la sociedad, se ha dedicado históricamente a la exploración y explotación de los recursos naturales, y todos sus procesos (docencia, investigación, práctica laboral) y sus productos (conocimientos, enseñanza, tecnología) están determinados por los niveles y las dimensiones sociales en que se inserta. Así la formación universitaria encara hoy el reto de no rezagarse frente a la dinámica social y productiva.

El objeto de este ensayo es caracterizar el proceso de determinación social de los currículos relativos a la geología en el ámbito mexicano, basándose en los resultados del estudio “Caracterización de la práctica profesional del geólogo. Un discurso profesional”, realizado por la autora en el periodo de 1994 a 1998, a fin de ayudar a comprender el comportamiento de la profesión como referente para la evaluación curricular.

Currículo y sociedad

El currículo es un proceso de representación social y se constituye como mediador entre diversos niveles o dimensiones sociales. Es, pues, "... la síntesis de elementos culturales (conocimientos, valores, costumbres, creencias, hábitos) que conforman una propuesta político-educativa, pensada e impulsada por diversos grupos y sectores cuyos intereses son diversos y contradictorios, aunque algunos tiendan a ser dominantes o hegemónicos y otros a oponerse y resistirse a tal dominación y hegemonía, síntesis a la cual se arriba mediante diversos mecanismos de negociación e imposición social, y propuesta conformada por aspectos estructurales-formales y procesales-prácticos, así como por dimensiones generales y particulares que interactúan en el devenir de los currículos en las instituciones educativas. Este devenir curricular tiene un carácter profundamente histórico y no mecánico y lineal, pues su estructura y devenir se conforman y expresan por medio de distintos niveles de significación..."¹

La geología como síntesis de los elementos culturales

En seguida se delínean los elementos constituyentes de tal síntesis, si bien no se elaboran teóricamente, y se apuntan las conclusiones centrales de dicha caracterización. Así, los currículos de licenciatura en geología se catalogan conceptualmente como pertenecientes a las ciencias naturales y, específicamente, a las ciencias de la Tierra, constituidas después de la segunda Guerra Mundial.

La geología, como elemento cultural, consta de conocimientos, valores, costumbres, creencias y hábitos, que en la profesión constituyen el devenir cotidiano, lo asumido como propio y característico, lo que le confiere identidad. Entre sus componentes culturales están: a) el paradigma teórico-metodológico vigente expresado en la Teoría de la Tectónica de Placas; b) el tipo de razonamiento que se requiere para comprender los fenómenos a escalas muy

amplias de tiempo y espacios de diversa magnitud, así como la necesaria conceptualización histórica que se requiere para ello; c) los inicios mineros de la actividad profesional, que no de la profesión, es decir, aun cuando esta disciplina no había sido instituida escolarmente, la actividad profesional ya se realizaba, y de hecho había sido institucionalizada en las exploraciones "descubridoras" de los europeos; d) su reciente nacimiento como ciencia autónoma, cuya práctica se realiza al igual que una ingeniería; e) el carácter nacionalista de sus orígenes en México, como una expresión concreta de la dinámica latinoamericana y del Tercer Mundo, así como de una defensa nacionalista de los recursos naturales y el territorio, enfrentados con los intereses del capital; f) el conflicto histórico entre su carácter de ingeniería (la profesión como ciencia aplicada) y su desarrollo como ciencia pura; g) su dependencia del Estado en el caso mexicano; h) su campo de trabajo interdisciplinario y compartido con otras profesiones; i) el trabajo de campo y el carácter explorador de la profesión.²

Como conclusiones fundamentales de la caracterización anterior encontramos que la transformación de la geología como una parte de las ciencias de la Tierra da cuenta tanto de la complejidad de los conocimientos como de la emergencia de problemas inéditos, cuya comprensión ha requerido de las disciplinas mencionadas, e incluso, algunos problemas han generado un campo y una incipiente disciplina necesaria para solucionar los nuevos problemas.

El proceso de agotamiento de los recursos naturales y los efectos del desequilibrio ambiental de la época constituyen problemas inéditos para las disciplinas involucradas, y también incluso, como dice Khun, anomalías. La percepción de una anomalía (hecho no previsto por la teoría) en el comportamiento de determinado fenómeno puede implicar el inicio de un descubrimiento o de una teoría. Ahora bien, dado el actual paradigma geológico ¿resulta factible percibir ciertos hechos, como por ejemplo, el proceso de agotamiento de los recursos naturales, de la productividad primaria del planeta y la contaminación de acuíferos como anomalías para la geología?, ¿el



agotamiento de los recursos naturales podría ser considerado un problema no resuelto para la geología? Si bien, la formación de los recursos del planeta se recicla en periodos de millones de años, los elementos necesarios para el desarrollo de la civilización en sus generaciones actuales y futuras no podrán ser regenerados en tiempos de escala humana, pero no sólo eso, además, existe la posibilidad de que se extingan por un cambio cualitativo en los procesos naturales.

El agotamiento de los recursos naturales indudablemente es un problema socio-natural, pero podría no serlo en términos de la escala de tiempo geológico, porque quizá no exista si se espera lo suficiente para su regeneración. Pero, ¿será un problema de la geología y de los geólogos, dado que ambos son una creación humana? El problema que a nuestro juicio emerge como enigma para la ciencia geológica normal arranca en la práctica profesional, no en la ciencia en sí, y consiste en el cuestionamiento de las actuales finalidades de la geología en tanto actividad de exploración-explotación de los recursos naturales, y por tanto, dicho problema es más de índole filosófica que teórica, aunque tiene particular trascendencia, ya que da cuenta de la sobrevivencia de la civilización.

En los ámbitos social y científico ha surgido un interés creciente por el estudio de problemas inéditos. Diversos investigadores se han unido para analizarlos y, en consecuencia, son múltiples las disciplinas y –al interior de ellas– escuelas o tradiciones que “estarán compitiendo por el dominio de un ámbito determinado...”,³ tanto para construir los principios teórico-metodológicos y los instrumentos conducentes, como las soluciones inmediatas a los problemas prácticos más acuciantes. Así, la geología y su cuerpo teórico participan en esta constitución del campo de los problemas ambientales, mismo que obligará a los científicos de unas y otras disciplinas a acercarse a su objeto de estudio con otros “lentes”, e implicará la revisión de diversas cuestiones y conceptos antes restringidos a una sola ciencia. En palabras de Kuhn, habrá una reorientación del campo de estudio que conducirá a “... hacerse nuevas preguntas y a sacar nuevas conclusiones de datos antiguos...”.⁴ No obstante, el proble-

ma del desequilibrio ambiental y el agotamiento han sido asumidos más como un asunto tecnológico y social que como un hecho factible de estudio científico por parte de la geología. Esto lo consideramos una omisión por parte de la comunidad científica, particularmente si se considera que, según afirma Kuhn: “... un paradigma puede incluso aislar a la comunidad de problemas importantes desde el punto de vista social, pero no pueden reducirse a la forma de enigma, debido a que no pueden enunciarse de acuerdo con las herramientas conceptuales e instrumentales que proporciona el paradigma...”⁵

En el terreno de los procedimientos metodológicos se ha detectado otra transformación importante para la geología, sobre todo a partir de la segunda Guerra Mundial, en tanto que se observa el avance de la posibilidad instrumental y técnica expresada en los trabajos geofísicos y geoquímicos para cuantificar hechos o fenómenos geológicos. Por primera vez en la historia de la geología, muchos de sus modelos teóricos han podido ser comprobados por medio de la cuantificación, ya no sólo mediante una fuerte actividad inferencial.

Los currículos en geología como una propuesta político-educativa

El currículo se entiende como una propuesta educativa, puesto que responde a un proyecto social amplio. Los grandes proyectos sociales, como el capitalismo, plantearon en sus orígenes un ideal formativo particular, y en este caso, se promovieron varias concepciones tales como una educación útil a la naciente clase media en las primeras fases de la Revolución Industrial, para formar recursos humanos por medio de la ampliación de la escolaridad; la formación del ciudadano para apoyar la constitución de los Estados nacionales (siglo XVIII); la inculcación de valores los del liberalismo sobre la base de una filosofía pragmática, interesada en el individuo y la ciencia y, por último, a partir de la producción en serie y el consecuente desarrollo de la educación de masas, la formación del individuo competitivo y adaptable a las necesidades de la producción.



En cada una de las etapas mencionadas, el ideal formativo fue claro y explícito para todos los integrantes de la sociedad; sin embargo, en la última, perdió paulatinamente su nitidez, tornándose indefinido. Lundgren llama a este fenómeno, código curricular invisible,⁶ mismo que es considerado como el ideal formativo de la época, subyacente a los currículos y que se explica bajo la consideración de que, para satisfacer la creciente necesidad de educar a las masas, el Estado hubo de asumir tal obligación y, en consecuencia, arrancarla de manos de la comunidad y la familia.

En la actualidad predomina una forma difusa y no consciente de concebir el ideal formativo general del hombre y particular del profesionista para gran parte de la población. El proyecto social existente muestra signos de agotamiento, y uno de ellos es el ideal formativo informe; en esa medida, los currículos son orientados más bien por intereses particulares que por finalidades sociales. De este modo, el interés que de manera general subyace en el currículo de la carrera de geólogo es el económico o de la producción; en tanto que la carrera, por un lado, nace signada por una demanda productiva en la minería y después por el petróleo como el energético por excelencia en la sociedad actual, y por otro, a medida que se desarrolla, se le incorporan otras demandas de la misma naturaleza. El currículo de geología está articulado al amplio proyecto social del capitalismo y, por tanto, es una propuesta

política inducida por grupos dominantes en la producción y la economía mundial. Existen, sin duda, grupos específicos que pugnan por otra concepción curricular y profesional, pero hasta el momento no han sido tan fuertes como para influenciar o sobredeterminar⁷ la práctica profesional.

En México, como ya se ha mencionado, los estudios formales de la carrera universitaria se fundan recientemente –1935 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y 1939 en el Instituto Politécnico Nacional (IPN)–.⁸ La influencia determinante del contexto político-económico del momento, y concretamente el conflicto y la posterior expropiación petrolera, le confieren, a todas luces, el carácter de una propuesta político-educativa, surgida en oposición a los intereses del capital transnacional y acorde con los de un proyecto que, como bien se sabe, a la larga orientó el de la economía nacionalista. Al paso de los años, esto propició desequilibrios macroeconómicos en el país, y si además se considera que el modelo económico con el que México funcionaba en esa época, hasta 1982, es el de la sustitución de importaciones, en que el carácter rector del Estado sobre la economía exigía, a la vez que posibilitaba, orientar los currículos articulados hacia un proyecto de carácter nacional.

Durante un período de veinte años aproximadamente, sólo la UNAM y el IPN formaban geólogos; sin embargo, el desarrollo de los currículos surgidos posteriormente en Guanajuato (1974), San Luis Potosí (1964), Nuevo León (1985), Sonora (1974), Coahuila, ciudad Madero, Baja California Sur y Guerrero (1987), si bien tienen, cada uno de ellos características y orientaciones particulares, en su mayoría los formaba para el servicio del Estado. En este punto cabe hacer notar que los geólogos dedicados a la minería se deslindaban de la orientación nacionalista, para adaptar la de las compañías mineras, que en gran parte han pertenecido a la iniciativa privada a lo largo de la historia.

En la actualidad con las modificaciones al Artículo 27 constitucional y a la nueva Ley Minera, el viejo proyecto capitalista de enclave, abierto por los españoles y con-



solidado por los norteamericanos en el Porfiriato, se renueva vigorosamente al amparo del neoliberalismo y la apertura a empresas transnacionales. Durante los últimos diez años se ha podido observar, en lo general, un cambio de rumbo en los currículos de la carrera que obedece a las circunstancias sociopolíticas y económicas actuales. Las distintas escuelas modifican sus currículos para atender a la política económica de libre mercado y competencia, y otra vez se signa a la geología como una carrera cuyo currículo está determinado por el amplio proyecto social del capital.

Los diversos sectores que impulsan los currículos de geología y sus intereses

Los grupos que participan e influyen de alguna manera en la conformación y modificación de los currículos tienen como característica particular la de estar imbricados por medio de relaciones diversas, una de las cuales se manifiesta en el hecho de que muchos geólogos forman parte de ellos, grupos a la vez o, por lo menos, están vinculados con ellos.

En cada uno de los campos de trabajo de la profesión geológica se pueden identificar seis sectores, el docente, abocado fundamentalmente a la enseñanza; el de la investigación, dedicado a producir y generar el conocimiento; el sector de los especialistas en la práctica laboral, que se basa en la geología aplicada; el empresarial, que se ocupa de la conducción de alguna parte del sector productivo; el sindical, destinado al manejo de las relaciones obrero-patronales; y el de los colegios y asociaciones, que promueven la profesión y las actividades para divulgar los avances técnico-científicos entre sus integrantes y la sociedad, además de la actualización de su comunidad.

Las relaciones que se establecen entre los sectores antes mencionados son de índole académica, científica, económica, comercial, laboral y política, según el sector del que procedan y al que se dirijan. Todos ellos, por intermedio del sector docente, intervienen en el diseño del currículo y de alguna manera establecen posiciones ante la geología y su práctica profesional, que trasladadas a los

foros de diseño curricular de manera explícita o implícita (por medio de los geólogos que participan en varios sectores) se tornan en exigencias y, a veces, en imposiciones y luchas de intereses dentro del currículo mismo.

Al retomar el planteamiento de Alicia de Alba, quien señala que el currículo es una síntesis de elementos culturales que confieren identidad a la geología como profesión y conforman una propuesta político-educativa, por ejemplo, la opción formativa de cada una de las universidades), pensada e impulsada por diversos grupos y sectores sociales, como los de investigadores y empresarios, cuyos intereses son diversos y contradictorios, es preciso aclarar que algunos tienden a ser dominantes o hegemónicos y otros, a oponerse o resistirse a tal dominación, síntesis a la cual se llega mediante diversos mecanismos de negociación e imposición social. La influencia y la interrelación de todos estos sectores y grupos, y aun de la sociedad global, respecto al diseño del currículo, son consideradas por Alicia de Alba como un proceso de determinación curricular, que se da en las líneas generales del mismo y en su orientación básica. Finalmente, es importante señalar que el debate para la determinación curricular se desarrolla en un contexto social amplio, y los sectores propiamente educativos pueden o no ser parte de este proceso.⁹

En el caso de la geología, el proceso de determinación curricular encuentra su explicación en el devenir histórico y coyuntural de sus campos de trabajo. Históricamente, las escuelas formadoras de geólogos, en tanto sujetos sociales¹⁰ de la estructuración formal de los currículos, los han formulado a partir de las necesidades puntuales del sector productivo, y si bien, en algunos casos ha habido la intención teórico-metodológica de orientarlos hacia la investigación, la realidad es que, en el nivel de licenciatura, la mayoría de los profesores se dedican exclusivamente a la docencia, y casi todos los egresados en su primera actividad fuera de la institución formadora se abocan a la geología aplicada. Por tanto, quienes han sido en realidad los sujetos sociales de la determinación curricular son los sectores de los especialistas y empresarios, es decir, los de la producción.



Las escuelas de geología del país, en el periodo de su creación, han contado con gran autonomía para el diseño de sus currículos (por lo especializado de sus contenidos), y así podría pensarse que han sido simultáneamente de determinación curricular y de estructuración formal de los mismos, respecto a esta característica cabe agregar que, a diferencia de otras carreras, las plantas de maestros en el nivel de licenciatura están constituidas por maestros que operan tanto en la docencia como en el sector productivo, razón por la cual apoyan los intereses de éste en su discurso geológico-educativo y en su forma de ver el objeto de estudio.

Es necesario y deseable que los docentes universita-

rios reconozcan y asuman su papel de sujetos sociales en la determinación y sobredeterminación curricular, y analicen si la orientación de sus escuelas ha sido signada efectivamente por ellos o, en su defecto, de dónde procede la orientación respectiva, y si se encuentran en proceso de reestructuración curricular, como ocurre en la mayor parte de las universidades, en qué medida serán asumidas y reinterpretadas, y en su caso, matizadas e incluso rechazadas, las tendencias actuales de la política educativa para la enseñanza superior –vinculación universidad-industria– excelencia académica, modernización de las universidades, subsidios y autofinanciamiento, entre otras. ☀

Bibliografía

- 1 De Alba, Alicia. *La Evaluación Curricular. Conformación conceptual del campo*, México, 1991, CESU-UNAM, 182 p.
- 2 Para la elaboración teórica de estos elementos cfr. Angulo, Rita, *Caracterización de la práctica profesional del geólogo. Un discurso profesional*, tesis de maestría, México, 1998, UNAM- Facultad de Filosofía y Letras-Unidad de Posgrado.
- 3 Khun, T. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Breviarios núm. 213, 5ª. reimp., México, 1983, FCE, 320 p.
- 4 *Ibid.*
- 5 *Ibid.*
- 6 Lundgren, Ulf. "La pedagogía hoy", en *Teoría del curriculum y escolarización*, Madrid, 1991, Morata, 125 p.
- 7 De Alba, Alicia. *Expectativas docentes ante la problemática y los desafíos del curriculum universitario en México*, pp. 297-298. Los procesos universitarios de sobredeterminación curricular son aquellos "...en los cuales, al través de luchas, negociaciones e imposiciones, en momentos de crisis y transformaciones de diverso tipo, los sujetos sociales que intervienen en ellos producen rasgos y contornos que se articulan de manera inicial, abierta y precaria en el momento genealógico inaugural de una propuesta universitaria formativa que, a su vez, se articula con uno –o varios de distintas maneras– proyectos político-sociales, o bien con los contornos iniciales de articulación que empiezan a irrumpir en una sociedad en crisis".
- 8 Cleaves, Peter. *Las profesiones y el Estado: el caso de México*, México, 1985, Jornadas, núm. 107, El Colegio de México, 244 p.
- 9 "El currículo universitario ante los retos del siglo XXI: la paradoja entre posmodernismo, ausencia de utopía y determinación curricular" en *El curriculum universitario de cara al nuevo milenio*, Madrid, 1995, UNED, 620 p.
- 10 De Alba, Alicia "Curriculum: crisis, mito y perspectivas". p. 60. El sujeto social se caracteriza por poseer conciencia histórica; esto es, por saberse parte de un grupo o sector que suscribe determinado proyecto social.

Medición del nivel de los líquidos

JORGE BECERRA PALOMO



En la mayoría de los procesos industriales existe la necesidad de medir el nivel de los líquidos, y actualmente, en el mercado hay gran variedad de sistemas, equipos, y dispositivos, simples o sofisticados, para realizar dicha medición; sin embargo, en el momento que se tiene esa necesidad y se debe tomar la decisión de seleccionar el sistema, equipo o dispositivo que habrá de usarse, posiblemente no se sepa cuál es la mejor opción para satisfacerla adecuadamente.

En este artículo se presenta un procedimiento al respecto, así como los aspectos técnicos que ayudarán a seleccionar la tecnología adecuada, de manera acorde con la aplicación y los requerimientos del proceso, además de analizar el aspecto económico, que es uno de los factores importantes en la toma de decisiones. Al elegir la tecnología idónea se obtendrán beneficios tales como, mediciones más confiables, la información deseada del proceso y mejor control de éste, pero si se hace una selección inadecuada, pueden presentarse problemas en el control del proceso y posiblemente disminución en la calidad del producto, o en casos extremos, estados de emergencia que pueden involucrar derrames, liberación de tóxicos, etcétera.

Procedimiento práctico para seleccionar la tecnología adecuada en la medición del nivel de los líquidos

En seguida se mencionan los seis puntos más importantes para realizar la selección:

1. Conocer el proceso, mediante datos que incluyen las características del líquido, los parámetros, las variables y condiciones de operación, entre otras.
2. Definir el punto o puntos de medición y control que pueden emplearse para alcanzar los objetivos del proceso, y si estas actividades serán puntuales o continuas conforme a los requerimientos del propio proceso. Esto depende, en mucho, de los parámetros y las variables de operación, tales como viscosidad, densidad, humedad, composición química, conductividad, constante dieléctrica, presión y temperatura de trabajo.
3. Especificar los requerimientos y límites de operación del proceso.
4. Determinar qué información se requiere obtener.
5. Definir si las condiciones de operación son estables y no extremas, para lo cual, posiblemente la solución sea un sistema o equipo mecánico simple, confiable y económico, pero si éste tiene partes móviles, a la larga, los costos de mantenimiento, operación y calibración pueden ser altos, además de presentar problemas en la confiabilidad y exactitud de la medición, por lo que, desde un principio, se debe investigar qué tecnología es la más adecuada, en caso de que las condiciones de operación resulten inestables o extremas, quizá se requiera de una tecnología más compleja y de costo mayor. Los parámetros más críticos a considerar son las altas presiones ($3\ 500\text{ lb/pulg}^2$ o más) y temperaturas (150°C o más), sobre todo si el área de instalación se clasifica como peligrosa.
6. Definir la exactitud, repetibilidad, confiabilidad y capacidad del sistema, equipo o dispositivo, conforme a los requerimientos del proceso.

Tecnologías para medición de los líquidos

En esta sección se describirán las diferentes tecnologías utilizadas para medir el nivel de los líquidos, mencionándose sus bondades y limitaciones:

Tipo flotador. Estos sistemas o equipos son básicos y normalmente sus flotadores se acoplan a interruptores que indican el nivel del líquido, ya sea magnéticamente, por cable o en forma mecánica, pero tienen limitaciones al aplicarse en líquidos con muy alta viscosidad y alto contenido de sólidos o líquidos pesados.

Tipo conductancia. Por lo común se utilizan para un solo punto del control de nivel, y el líquido debe ser conductor. Este tipo de dispositivos carece de partes móviles, y con ellos se pueden realizar mediciones múltiples, pero si la diferencia de conductividad es alta entre líquidos sirven también para detectar interfaces. Estos medidores tienen limitantes al aplicarlos en fluidos de muy baja densidad, alta viscosidad, espuma o alto contenido de partículas suspendidas, y en áreas peligrosas se debe tener cuidado, aun cuando la corriente eléctrica utilizada en el medidor sea baja.

Tipo capacitancia. Esta tecnología se basa en la admittancia dieléctrica y utiliza radiofrecuencia para realizar la medición del nivel del líquido, cuyas variaciones causan cambios en el valor de la capacitancia del capacitor formado por el electrodo de prueba, el líquido como dieléctrico y el contenedor de éste, y si dicho contenedor no es metálico, se instala un segundo electrodo probador. Estos dispositivos carecen de partes móviles y son aplicables para líquidos conductivos o no conductivos; no les afecta la turbiedad, ni la agitación y resultan efectivos al utilizarlos en altas presiones y temperaturas, y en áreas peligrosas. Su limitante principal es que si se mide un líquido en el cual está cambiando su constante dieléctrica, la exactitud de la medición disminuirá, por lo cual se deberán realizar los ajustes necesarios, problema que se presenta cuando existen vapores.

Tipo presión. Esta tecnología no mide directamente el

nivel, sino la presión que produce la columna de líquido aplicada al elemento sensor, y dicha presión es directamente proporcional al nivel del líquido, es decir, es igual a la densidad del líquido multiplicado por la altura del nivel del mismo.

Para contenedores abiertos, donde la superficie del líquido está expuesta a la presión atmosférica, no se tienen problemas mayores y se utiliza un medidor-trasmisor de presión, pero si son cerrados o presurizados se debe emplear un medidor-trasmisor de presión diferencial, con la presión de referencia (en la parte superior del contenedor), conectada a la entrada de presión baja de dicho medidor-trasmisor. Es preciso tener cuidado cuando se genera condensación de vapores en la conexión de presión baja, ya que se obtendrían mediciones erróneas; esto se puede resolver instalando un drenaje, calentando el tubo de conexión para evitar la condensación, o utilizando tubos llenos de fluido y sellados.

Este tipo de dispositivos es efectivo para aplicarlo en altas presiones y temperaturas, y en áreas peligrosas; no les afecta la espuma, la turbiedad, los cambios en la conductividad, la constante dieléctrica, o la viscosidad del líquido, y además se caracterizan por su alta precisión y exactitud, por lo cual son utilizados en puntos de venta o transferencia de productos. Su principal limitante consiste en que la densidad del líquido debe ser prácticamente constante, y si ésta varía deberán realizarse los ajustes necesarios.

Tipo ultrasónico. Esta tecnología hace uso de pulsos de sonido de alta frecuencia, enviados a la superficie del líquido que está siendo medido. El tiempo que tarda el pulso de sonido en llegar a la superficie y regresar al sensor receptor (tiempo de viaje) se convierte en medidor del nivel del líquido. Esta tecnología se utiliza para mediciones puntuales o continuas y no se afecta por cambios en la densidad y constante dieléctrica del líquido, además de poderse aplicar en áreas peligrosas. Dichos dispositivos tienen problemas cuando existen vapores densos, partículas suspendidas, espuma y turbulencia, pero si se presentan cambios

de temperatura en los vapores se deben hacer los ajustes necesarios para corregir la velocidad del sonido.

Tipo radar. Estos dispositivos transmiten ondas electromagnéticas de alta frecuencia a la superficie del líquido, las cuales son reflejadas, siendo el tiempo de retorno proporcional al nivel del líquido. Es una tecnología que puede usarse para medición puntual o continua, y no le afectan las condiciones de alta presión y temperatura, viscosidad y densidad, pero presenta problemas para medir cuando existen interfaces, así como en líquidos con constantes dieléctricas menores de dos; sin embargo, se pueden realizar ajustes en el medidor para minimizar el problema.

Tipo nuclear. Esta tecnología se basa en la atenuación o absorción de rayos gamma al pasar por el líquido, y se puede utilizar para medición puntual o continua, en condiciones extremas y en líquidos viscosos y corrosivos. Dicha medición puede ser afectada por cambios en la densidad del líquido, y quizá las mayores limitantes sean los requerimientos de licencia para el uso de material radiactivo, inspección y aprobación, además del temor que genera el empleo de este material entre el personal, que deberá estar entrenado y utilizar el equipo adecuado para su manejo.

Tipo cintas resistivas. Estos dispositivos utilizan los cambios de la resistencia eléctrica total del circuito para detectar el nivel del líquido; no le afectan la densidad, turbiedad, espuma, constante dieléctrica, y viscosidad ni los vapores, y se pueden emplear en mediciones puntuales o continuas. Debe tenerse cuidado al aplicarlos en líquidos corrosivos, abrasivos y altas temperaturas, así como en áreas peligrosas, aun cuando se manejen corrientes eléctricas bajas en la cinta.

Tipo láser. Se trata de una de las tecnologías más recientes, que se aplica en la medición del nivel y utiliza rayos láser pulsante para definir el tiempo de viaje del rayo, calculando la distancia del emisor a la superficie del líquido, que es igual a la velocidad de la luz calculada por el tiempo de dicho viaje dividido entre dos. Estos dispositivos se instalan de manera externa al proceso, no son afectados por constantes dieléctricas,

Tabla 1. Guía para seleccionar la tecnología para medición de líquidos

APLICACIÓN EN LÍQUIDOS

TIPO DE TECNOLOGÍA	LIMPIOS	ALTO CONTENIDO DE SÓLIDOS	ÁCIDOS	DENSIDAD BAJA	DENSIDAD VARIABLE	CORRIENTE DIELECTRICA VARIABLE	ESPUMA	VAPORES	TURBULENCIA	INTERFACE	CÁUSTICOS	SUCIOS	PESADOS
FLOTADOR	E	P	B	E	C	E	B	E	B	B	C	P	P
CONDUCTANCIA	E	P	C	B	E	C	P	E	E	C	C	B	B
CAPACITANCIA	E	B	E	E	E	P	C	E	E	C	B	B	B
PRESIÓN	E	C	E	E	P	E	E	E	E	C	E	B	B
ULTRASONIDO	E	C	B	E	E	E	P	C	B	P	B	E	B
RADAR	E	C	E	E	E	E	B	E	E	P	E	E	B
NUCLEAR	E	E	E	E	C	E	C	E	E	P	E	E	E
CINTAS RESISTIVAS	E	E	B	E	E	E	C	E	B	B	C	E	E
LÁSER	E	B	E	E	E	E	B	C	E	B	E	E	E
CELDA DE CARGA	E	B	E	E	C	E	E	E	E	C	E	B	B
TÉRMICOS	E	C	B	E	B	B	C	B	E	E	B	B	B

E – excelente. B – bueno. C – capaz con ajustes. P – tiene problemas.

bajas del líquido ni variaciones de temperatura, cambios de densidad y conductividad, y se pueden emplear para medir el nivel de ácidos, líquidos abrasivos y corrosivos, así como en áreas consideradas peligrosas. Debe tenerse cuidado al utilizarlo en líquidos transparentes o si existen vapores y niebla entre la superficie del líquido y el emisor del láser. También la alta concentración de sólidos puede afectarlos, produciendo rebotes de ruido en el rayo reflejado, problema que es posible minimizar si se realizan los ajustes necesarios en el medidor.

Tipo celdas de carga. Estos dispositivos determinan el nivel del líquido por medio de su peso, es decir, miden

la masa en lugar del volumen; no tienen partes móviles, y pueden ser usados en ambientes explosivos, pues no los afectan las bajas constantes dieléctricas del líquido, las variaciones de temperatura, los vapores, o los cambios de conductividad, y se pueden aplicar en la medición del nivel de ácidos, líquidos abrasivos y corrosivos, y en áreas consideradas peligrosas. Una de sus limitantes consiste en que el peso del líquido sea significativamente menor que el del contenedor, tanto como los cambios drásticos en la densidad, pues esto disminuiría su exactitud, obteniéndose así mediciones erróneas, por lo cual deberán realizarse los ajustes necesarios. También se debe tener cuidado en

la tubería utilizada, ya que cualquier peso adicional en la conexión a la celda puede afectar su exactitud, y por ello se recomienda emplear tubería flexible para realizar las conexiones.

Tipo térmico. Esta tecnología está dirigida a la detección del nivel puntual o multipunto, así como a la de las interfaces de dos o tres productos. En ella se utilizan dos sensores de temperatura de alta precisión del tipo RTD (detector de temperatura resistivo), uno para detectar la temperatura de referencia, acoplado a un elemento calefactor, y el segundo para determinar la diferencia de temperatura provocada por la absorción de calor del líquido o producto. Cada producto tiene sus propias características térmicas, es decir la habilidad para conducir o absorber el calor; por ejemplo, en un contenedor de separación se podrían detectar las interfaces del agua, el aceite y el aire, ya que los tres tienen diferentes características térmicas. Este tipo de dispositivos se puede utilizar en condiciones de alta temperatura, hasta 460°C, y en presiones hasta de 2 500 lb/pulg², en líquidos con alta viscosidad y en áreas peligrosas.

Su principal limitante es que no se pueden emplear para medición continua, y en líquidos con alto contenido de sólidos y espuma se deben realizar los ajustes necesarios.

Aspecto económico

Uno de los factores que más influyen en la decisión para seleccionar un sistema, equipo o medidor de nivel, es el económico, y en este punto se debe tomar en cuenta la relación costo-eficiencia del sistema, equipo o dispositivo seleccionado. Los costos de mayor peso que es preciso considerar son los que se refieren a la adquisición, instalación y puesta en marcha, así como a ingeniería, operación, calibración, certificación y mantenimiento. Posiblemente alguno de los costos mencionados no sea necesario considerarlo en la medición particular del nivel, sin embargo, todos ellos se deben tener en cuenta. La mayoría de los proveedores ofrecen paquetes en los cuales inclu-

yen el sistema o equipo, su instalación, puesta en marcha, entrenamiento de personal operativo y mantenimiento, sin embargo, se deben analizar sus ventajas y desventajas.

Conclusiones

La cantidad de factores considerados en el proceso de selección puede parecer abrumadora; no obstante, el punto importante es saber en detalle los requerimientos del proceso y conocer los posibles sistemas, equipos o dispositivos que podrían ser utilizados, considerando sus limitaciones, pero si después de haberlos instalado se tienen problemas, lo más probable es que éstos hayan sido seleccionados incorrectamente.

La mayoría de estas tecnologías también es aplicable en la medición del nivel de sólidos, pero es preciso tomar en cuenta algunos otros factores para realizar la selección adecuada. Los usuarios deben buscar el sistema, equipo o dispositivo para medir el de nivel de los líquidos o sólidos que satisfaga los requerimientos del proceso, que sea fácil de entender y que resulte económico al operarlo y mantenerlo. La tabla 1 es una guía propuesta para seleccionar la tecnología adecuada conforme a su aplicación, y presenta las más utilizadas actualmente en los procesos industriales.

Bibliografía

- Hughes, Thomas A. *Measurement and Control Basics*, 1995, Instrument Society of America.
- Cho, C.H. *Measurement and Control of Liquid Level*, 1982, Research Triangle Park, Instrument Society of America.
- Vujicic, Michael, y Mike Ortengren. "Laser on the level", *Revista In Tech*, marzo 2000, Instrument Society of America.
- Waterbury, Bob Measurement. 101", *Revista Control for the Process Industries*, vol. XI núm. 11, Putman Publishing Company.

Agua para las estaciones espaciales



Concepción artística de la astronave automática perforadora. Para mayor información, consultar: www.ieee.org.

Podemos asegurar que dentro de unos 20 años habrá más de una estación espacial orbitando en torno de nuestro planeta. Las estaciones orbitales futuras, como la ISS (International Space Station) llamada Alpha, que actualmente se construye, y que abordó hace tiempo su segunda tripulación, se emplearán tanto para la investigación científica cuanto para el desarrollo de nuevas tecnologías industriales y, seguramente, también para fines comerciales y de servicio, como pueden ser estancias pagadas a muy buenos precios por personas o grupos con intereses de toda índole. Pero es claro que no basta colocar una estación espacial en órbita; hay que mantenerla, lo mismo que a sus tripulantes y visitantes, lo cual implica subir periódicamente a dicha órbita equipos y repuestos, así como materiales y sustancias de consumo, entre las que se encuentra una vital y de uso continuo, el agua.

El agua es triplemente necesaria para el funcionamiento de una estación espacial tripulada y doblemente indispensable para la vida, pues por una parte, en su estado líquido y por la otra, mediante su disociación empleando energía solar, se puede obtener de ella el oxígeno para respirar. Es indispensable también disociarla mediante el mismo procedimiento, para utilizar el oxígeno y el hi-

drógeno resultantes como comburentes y combustibles en los motores de la estación durante las maniobras de posicionamiento, así como para alimentar las celdas de combustible con las que se obtiene energía eléctrica en casos de emergencia. Además, obviamente, el agua y los gases mencionados tienen una gran variedad de usos en los trabajos de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en la ISS Alpha actual y que consumirán las estaciones orbitales venideras.

El costo de un litro de agua

Ahora bien, con la presente tecnología, subir un kilogramo de agua a la órbita de la estación ISS Alpha, según cálculos de la NASA, cuesta 95 mil pesos mexicanos al cambio actual (10 mil dólares), y ese elevado costo se debe a la gran cantidad de combustible que se requiere para contrarrestar la fuerza de gravedad terrestre y acelerar la nave portadora a la velocidad necesaria para arribar a la órbita baja en que se colocan dichas estaciones. Por ello los científicos y tecnólogos de la comunidad astronáutica mundial buscan soluciones alternas para resolver este problema, y en su búsqueda han encontrado que una de estas soluciones alternas es, en lugar de llevar el agua a la estación orbital presente y a las futuras, partiendo de nuestro planeta, obtenerla extrayéndola de los cometas que se hallan orbitando en el cinturón de asteroides situado entre Marte y Júpiter. Se sabe que en esa región del espacio muchos de los miles de cuerpos que allí orbitan son aglomerados de tamaños distintos, compuestos de hielo seco, de hielo de agua y materia sólida, esto es, cometas que en su trayectoria hacia el Sol han quedado atrapados por las atracciones de Marte y Júpiter en órbitas más o menos circulares en aquel cinturón. El plan para su aprovechamiento consiste en dirigir hacia alguno de esos cometas, previa identificación, una astronave perforadora automática con masa de unas 50 toneladas, armada de:

A). El equipo necesario para su operación como astronave automática.

- B). Un sistema de perforación para penetrar en las capas de hielo seco superficial del cometa.
- C). Un equipo de calentamiento y bombeo, aprovechando la energía solar para que, una vez llegada la perforación al hielo de agua, se pueda fundir y extraer el líquido.
- D). Un recipiente esférico plegable para llenarlo del agua bombeada.
- E). Un motor solar de vapor para impulsar la astronave y su carga rumbo a la Tierra en la órbita de las estaciones espaciales.

¿Cómo se justifica semejante proyecto que a primera vista parece de ciencia-fantasia? Es fácil justificarlo si tomamos en cuenta el costo del kilogramo de agua subido desde la Tierra; efectivamente, calculando el consumo de la actual ISS Alpha en un metro cúbico semanal, estimación bastante conservadora, resulta que es necesario subir al mes cuatro toneladas de agua a la órbita de la estación, lo que significa unos 4800 millones de pesos anuales al costo ya mencionado; esa cifra bastaría para enviar la astronave perforadora a la órbita cometaria y llenar el recipiente plegable del precioso líquido, y una vez lleno, se accionará el motor de reacción a base de vapor para desacelerar el conjunto nave-recipiente e insertarlo en una trayectoria elíptica para su retorno a la Tierra.

Si suponemos que el recipiente plegable, una vez lleno, tiene un diámetro de 20 metros, estaremos transportando en un solo viaje a la órbita terrestre, poco más de cuatro mil toneladas de agua, lo que implicaría una reserva para mil meses de operación. Las cifras hablan por sí solas. Esta forma de obtener agua en el espacio justifica y explica también, entre otros intereses, el de la NASA por aprender a posarse sobre uno de estos cuerpos, en los que su atracción gravitacional es prácticamente inexistente, lo que permite abandonarlos con un gasto insignificante de energía. Recordemos la misión al asteroide Eros, en la que la astronave automática NEAR (Near Earth Asteroid Rendezvous) orbitó primero durante un tiempo en torno suyo para obtener imágenes detalladas de su superficie, y posteriormente sus controladores lo-

graron posarla suavemente sobre el asteroide, donde yace desde entonces. Aquella exitosa misión ha demostrado la viabilidad práctica del sistema propuesto, en cuanto a la primera fase, que consiste en llegar y posarse sobre el cometa escogido.

En resumen, todo el proyecto se basa en la salida de la Tierra de una astronave perforadora, con una masa útil de 50 toneladas, que por una sola vez se eleva en contra de la gravedad terrestre a una órbita baja, para después entrar en otra órbita elíptica que la lleva al cometa escogido. Allí, perfora, extrae y llena el recipiente plegable, abandona el cometa con sus cuatro mil toneladas de agua y vuelve a la Tierra mediante energía proporcionada por el Sol, todo ello a un costo de operación inmensamente menor que el de subir el agua partiendo de la superficie terrestre. Con seguridad, este proyecto, que nos parece fantástico en el presente, dentro de 20 años será visto como la cosa más natural. 🌌



Los primeros meses del año son los mejores para la observación astronómica en la altiplanicie mexicana, tanto por el cielo despejado cuanto por las bellezas que éste nos regala. En este año que comienza podremos apreciar a simple vista la galaxia de Andrómeda, la Gran Nebulosa de Orión, las estrellas más brillantes del cielo que son Sirio, Rigel, Canopus, etc. y, principalmente, Júpiter y Saturno, los planetas mayores del sistema solar.

Enero

Hay que aprovechar la primera mitad de este mes para observar a simple vista la gran galaxia de Andrómeda que será visible al anochecer en el noroeste de la bóveda celeste. Para localizarla, se debe hallar primero el gran cuadrado que constituye la constelación del Pegaso, y de la esquina noreste bajar la vista, siguiendo la cadena de tres estrellas que forman la constelación de Andrómeda; de la tercera (Mirach), contando la de la esquina del Pegaso, bajar la vista verticalmente unos cuantos grados, para observar una nubosidad ovalada que es la gran galaxia de Andrómeda. Los planetas Júpiter y Saturno, lucirán muy brillantes, el primero en la constelación Gemini y el segundo en Taurus, cerca de Aldebarán, su principal estrella.

El 18 de Enero, la Luna se hallará en conjunción con Marte y, Mercurio también será visible hacia el suroeste al anochecer.

Del 23 al 24, la Luna pasará entre Saturno y Aldebarán para llegar el 26, casi llena, a la vecindad de Júpiter.

Un paseo por los cielos de enero y febrero del 2002

Febrero

En este mes, al anochecer, tendremos sobre nuestras cabezas la constelación Orión, una de las más conspicuas en el cielo; de su forma rectangular surgen hacia el norte los hombros del gigante con la estrella rojiza Betelgeuse al este; y hacia el sur, las rodillas del guerrero con, Rigel la estrella azul del lado oeste, en medio, el cinturón de Orión con sus tres estrellas de igual brillo en línea; de la que está más hacia el este, parece pender la espada en la que se halla la gran Nebulosa de Orión, espectáculo impresionante aun con binoculares.

El 20 de febrero, aparecerá la Luna creciente en conjunción con Saturno, con Aldebarán al sur y las Pleyades al norte. En tanto, Júpiter y Saturno se verán más hacia el poniente al anochecer, sobre las mismas constelaciones que en enero, pero no será posible observar los demás

planetas por hallarse detrás del Sol, a excepción de Marte y de Venus, que a fines del mes comenzarán a ser visibles en el oeste al oscurecer, poco después de la puesta del Sol.

Lluvia de estrellas

Sólo para recordar mencionaremos las Leonidas y su formidable lluvia de estrellas que ocurrió entre el 17 y el 18 de noviembre de 1999, y el máximo de estelas observadas en las Islas Canarias, que fue hasta de 3 700 por hora, ¡Más de una estela por segundo!

Para enero y febrero de este año, tendremos un total de cuatro lluvias y las más importantes son las Cuadrántidas, que ocurren del 2 al 5 de enero, con un máximo probable el día 3. Su velocidad de ingreso en la atmósfera es de 41 km/s y la mejor hora para observarlas es por la noche del 3, antes de que salga la Luna. 🌕

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (para el 30 de enero)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	14 horas 02' 20"	-14 grados 21' 50"
NEPTUNO	12 horas 35' 11"	-18 grados 06' 17"
PLUTÓN	17 horas 14' 05"	-13 grados 03' 19"

Fases de la Luna

	Perigeo día / hora	Apogeo día / hora	Menguante día / hora	Nueva día / hora	Creciente día / hora	Llena día / hora
						
Enero	4/16	19/05	5/22	13/07	21/12	28/17
Febrero	2/20	16/12	4/08	12/02	20/06	27/03

Ciencia, prensa y vida cotidiana

...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 sarniento*

El 21 de septiembre de 1551 se fundó la Universidad de México por Real cédula, mediante la cual se le concedieron privilegios, facultades y libertades semejantes a las que gozaba la Universidad de Salamanca. Los cursos se inauguraron cerca de un par años después, el 3 de junio de 1553 para ser precisos, y en esa ocasión Francisco Cervantes de Salazar, que había llegado hacia 1550 a la Nueva España, pronunció el discurso protocolario. La pieza se perdió, al parecer para siempre, pero por fortuna se conservan de este bueno y sabio toledano, dedicado a la reflexión filosófica y a la enseñanza del latín en aquel siglo XVI que vio nacer la identidad que hoy llamamos mexicana, varias de sus obras, dos de las cuales le han ganado la consideración de "Padre del humanismo mexicano"; se trata de *Túmulo imperial* y *Tres diálogos latinos*, más conocidos como *México en 1554*. Cervantes de Salazar había traducido y glosado cuatro coloquios de Juan Luis Vives en España y, al llegar a México, decidió sacarlos a la luz junto con tres diálogos latinos sobre la Universidad mexicana, a la que deseaba agradecer su protección así como esperaba hacerse digno de beneficios futuros. En efecto, *México en 1554* es un elogio a la recién creada Real y Pontificia Universidad de México, que se lee como uno de los testimonios más coloridos del florecimiento de la capital novohispana al término de la conquista. El *Túmulo imperial* se publicó en 1560 y contiene textos sobre la exequias que

se hicieron en honor de Carlos V en la Nueva España. Al respecto, Edmundo O'Gorman, responsable de una de las ediciones, digamos, modernas (1963), considera que esta obra es un pequeño libro que puede y debe considerarse como una invitación a presenciar desde estratégica ventana, la más fastuosa solemnidad pública de cuantas fue testigo la ciudad en aquella época, que no es poco privilegio. Y así, del mismo modo que la vista de un bello rostro aprisionado en el marco de una antigua miniatura despierta en nosotros el anhelo de saber el nombre y los pormenores de la vida de quien fue la dueña, pero también la nostalgia de participar en la pena que le causó la tristeza en los ojos, así, el lejano espectáculo de esa sociedad enlutada por la desaparición de su príncipe nos incita, no solamente a enterarnos de cómo vivieron aquellos hombres y mujeres, nuestros antepasados, cuáles fueron sus sueños de ambición y gloria, cuál su ventura y su desventura, sino a comulgar en ellas con ellos, que en eso reside el acicate de todo acontecer histórico, y lo que es más, el dulce goce que sólo él sabe proporcionarnos." Para acercarnos a ese gozo, y, de paso, rendir modestísimo homenaje a nuestra Universidad en los cuatro siglos y medio de su fundación, recordamos a don Francisco Cervantes de Salazar y ofrecemos al curioso lector de estas "Alaciencias" un fragmento de los sabrosos diálogos de *México en 1554*.

La Universidad de México

Interlocutores: Mesa, Gutiérrez.

MESA. - Alégrome en verdad de tu venida a esta tierra, pues como sé que conoces muchos colegios de España, y según en tu viaje mismo lo manifiestas, eres amigo de ver cosas nuevas, al mostrarte lo que no has visto, aprenderé lo que deseo saber.

GUTIÉRREZ. - Nada es tan natural al hombre, y así lo dice Aristóteles, como sentir una inclinación innata e irresistible a adquirir la sabiduría, que por abarcar tantas y tan elevadas materias, nos encanta con su variedad. En esta se complace igualmente la naturaleza, produciendo sin cesar cosas tan diversas, y por lo mismo, tan gratas a los hombres. Y como la variedad atrae y detiene la vista, así el ánimo se fija en lo que percibe por primera vez, fastidiándole infaliblemente la repetición de lo que ya conoce. Dígame todo esto para que entienda, que no la codicia, como en muchos sucede, sino el deseo de ver cosas nuevas, es lo que me ha hecho atravesar con tanto peligro el inmenso Océano.

MESA. - A cada uno arrastra su inclinación. Y como tú te dejas llevar de esa, así otros ceden a otras; pero en verdad que prefiero la tuya.

GUTIÉRREZ. - Así sucede. Pero sírvete informarme de lo que no he querido preguntar a ningún otro; ¿qué edificio es éste con tantas y tan grandes ventanas arriba y abajo, que por un lado da a la plaza, y por el frente a la calle pública, en el cual entran los jóvenes, ya de dos, ya como si fueran acompañando a un maestro por honrarle, y llevan capas largas y bonetes cuadrados metidos hasta las orejas?

MESA. - Es la Universidad, donde se educa la juventud: los que entran son los alumnos, amantes de Minerva y de las Musas.

GUTIÉRREZ. - En tierra donde la codicia impera, ¿queda acaso algún lugar para la sabiduría?

MESA. - Venció la que vale y puede más.

GUTIÉRREZ. - Sí; en aquellos que estiman las cosas en lo que realmente valen, y no toman las viles por preciosas, ni al contrario.

MESA. - Pues a éstos que así juzgan, los venció y dominó antes la sabiduría; que a no ser así, de todo formarían juicio errado.

GUTIÉRREZ. - Razón tienes. Pero ruégote que entremos juntos. Ancho es, por cierto, el zaguán, y muy espaciosos los corredores de abajo.

MESA. - Iguales son los de arriba.

GUTIÉRREZ. - Para el número y concurrencia de estudiantes tiene bastante amplitud el patio; y por este lado izquierdo hay espacio sobrado para cuadrar el edificio, igualando el lado derecho. Pero dime lo que importa más, y que realmente ennoblece a una Universidad, ¿qué tales profesores tiene?

MESA. - Excelentes.

GUTIÉRREZ. - Por supuesto que no pregunto de su honradez, sino de su instrucción y práctica en la enseñanza.

MESA. - Son empeñosos, y versadísimos en todas ciencias. Y hasta te diré, nada vulgares, y como hay pocos en España.

GUTIÉRREZ. - ¿Y a quién se debe tan grande obra?

MESA. - Al emperador, bajo cuyos auspicios y gobierno se han hecho en todo el orbe cosas tan insignes.

GUTIÉRREZ. - ¿Cuáles son sus inmunidades y privilegios?

MESA. - Muchos y grandes; conformes en todo a los de Salamanca.

GUTIÉRREZ. - Merecen muchos más y mayores, si posible fuera, así los que enseñan tan lejos de su patria, como los que estudian en medio de los placeres y de la opulencia de sus familias.

MESA. - Antes bien debieras haber dicho, que a unos y otros debe honrarse por haber de ser los primeros que con la luz de la sabiduría disipen las tinieblas de la ignorancia que oscurécian este Nuevo Mundo, y de tal modo confirmen a los indios en la fe y culto de Dios, que se transmita cada vez con mayor pureza a la posteridad.

GUTIÉRREZ. - Juzgas tan acertadamente, que no hay más que añadir. Pero dime ya lo que tanto ansío saber: ¿Qué emolumentos gozan, cuánto tiempo enseñan, y quiénes son estos celosos maestros de la juventud?

MÉXICO EN 1554

TRES DIÁLOGOS LATINOS

de

Francisco Cervantes Salazar

ESCRIBIÓ E IMPRIMIÓ EN MÉXICO

EN DICHOS AÑOS,

EN SU PRIMERA, CON TRADUCCIÓN CASTELLANA
Y NOTAS,

JOAQUÍN GARCÍA ICÁZBALCETA

*Indicados de Número de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística:
Miembro Correspondiente
de las Reales Academias Española y de la Historia, de Madrid*



MÉXICO

ANTIGUA LIBRERÍA DE ANDRÉS Y MORALES,
Paseo de Agustinos núm. 3.

1875

MESA. - No a todos se da el mismo sueldo; a unos doscientos, a otros trescientos pesos de oro al año, según la importancia de la facultad y la ciencia del profesor. Sin embargo, considerando en general el esmero con que enseñan, y la carestía de la tierra, es bajísima de todos modos la asignación. Porque sólo la propia experiencia podrá hacer creer, que lo que en España compras con cualquier moneda de cobre, aquí no hallas quién te lo venda, no digo por el duplo, pero ni aun por el tripló de plata.

GUTIÉRREZ. - Bien lo creo, porque a mi pesar lo he experimentado: lo más ordinario y común no se consigue sino con plata; no hay moneda de vellón como en España, y la que allá es pieza de plata, aquí es de oro.

MESA. - Convendría, por lo mismo, que a los catedráticos se diese un sueldo tal que sólo se ocupasen en lo que tienen a su cargo, sin distraerse para nada en otras cosas, y que les bastara para sustentar medianamente sus personas y familias. Resultaría de esto lo que es preciso que suceda en cualquier escuela bien organizada: que habría mayor concurso de sabios, y estudiarían con más ardor los jóvenes que algún día han de llegar a ser maestros.

GUTIÉRREZ. - Aumentará los honorarios el Emperador luego que sea de ello informado; y si como se dice las dignidades eclesiásticas y demás empleos se han de reservar para los que habiendo dado pruebas de su erudición sean considerados más dignos, esto infundirá grande ánimo a los escolares para proseguir incansables en sus estudios.

MESA. - Hay muchas esperanzas de que así se hará. Mas ahora, para que sepas lo demás que preguntas, debo decirte que los días no feriados hay continuas lecciones y explicaciones de autores, de las siete a las once de la mañana, y de dos a seis de la tarde. Algunos profesores dan cátedra dos veces al día, y los demás una sola.

GUTIÉRREZ. - Lo mismo es en Salamanca.

MESA. - De las ciencias concernientes la lenguaje y al raciocinio, que guían a las demás, hay tres sobresalientes profesores.

GUTIÉRREZ. - Dime quiénes son y a qué horas enseñan.

MESA. - El que ves paseando por aquella grande aula de abajo, tan llena de discípulos, es el maestro Bustamante, que de ocho a nueve de la mañana, y por la tarde de dos a tres, enseña con tanto empeño como inteligencia la gramática, de que es primer profesor. Explica con cuidado los autores,

desata las dificultades, y señala con bastante inteligencia las bellezas. No es poco versado en Dialéctica y Filosofía, en las cuales es maestro: y como hace veintiséis años que se emplea sin descanso en la enseñanza de la juventud mexicana, apenas hay en el día predicador o catedrático que no haya sido discípulo suyo.

GUTIÉRREZ. - ¡Cuán larga será su descendencia!, si quien forma el ánimo no merece menos el nombre de padre, que quien ha dado la existencia.

MESA. - Ciertamente muy dilatada. A todos enseñó con gran brevedad y encaminó con buen éxito por la senda del saber, en cuanto permitió el ingenio de cada uno. Pero subamos que allá arriba están las demás cátedras. La que se ve a la derecha está destinada a la lección de sagrada Teología, y en ella, de dos a tres, el Maestro Cervantes enseña Retórica, a los aficionados a la elocuencia, que vienen a oírle, y a los estudiantes de las demás facultades, para que realce el mérito de todas.

GUTIÉRREZ. - Este Cervantes, si no engaño, es el que también fue catedrático de Retórica en la Universidad de Osuna.

MESA. - El mismo. En aquella esquina, pasada la magnífica clase en que se lee Derecho Civil y Canónico, hay dos salas bastante amplias. En la primera, el presbítero y Maestro en Artes, Juan García, enseña dos veces al día la Dialéctica, con mucho empeño y no menor provecho. Es persona digna de aprecio por su probidad y literatura.

GUTIÉRREZ. - ¡Dios mío! ¡con qué gritos y con qué manoteo disputa aquel estudiante gordo con el otro flaco! Mira cómo le hostiga y acosa.

MESA. - Lo mismo hace el otro, y se defiende vigorosamente: sin embargo, según advierto, ambos disputan por una bagatela, aunque al parecer se trata de cosa muy grave.

GUTIÉRREZ. - ¿A quién van a oír tantos frailes agustinos que junto con algunos clérigos entran a la cátedra de Teología?

MESA. - A fray Alonso de la Veracruz, el más eminente Maestro en Artes y en Teología que haya en esta tierra, y catedrático de Prima de esta divina y sagrada facultad: sujeto de mucha y varia erudición, en quien compite la más alta virtud con la más exquisita y admirable doctrina.

GUTIÉRREZ. - Según eso es un varón cabal, y he oído decir además que le adorna singular modestia, que estima a todos,

a nadie desprecia, y siempre se tiene a sí mismo en poco.

MESA. - Para leer Cánones, de que es catedrático de Prima, sube a la cátedra el doctor Morones, a quien tanto debe la Jurisprudencia. Sus discípulos, que son muchos, le oyen con gusto por su claridad.

GUTIÉRREZ. - Muchos le siguen.

MESA. - Y con razón. De las diez a las once, y en la misma cátedra, el Doctor Arévalo Sedeño explica y declara los Decretos Pontificios con tal exactitud y perfección, que los más doctos en Derecho nada encuentran digno de censura, sino mucho que admirar, como si fuesen palabras de un oráculo. Es copioso en los argumentos estériles, conciso en los abundantes, pronto en las citas, sutil en las deducciones. Presenta sofismas y los deshace, nada ignora de cuanto hay más oscuro y elevado en derecho, y por decirlo de una vez es el único que puede hacer jurisprudencia a sus discípulos.

GUTIÉRREZ. - Le oí en Salamanca, y cada día fueron creciendo las esperanzas que siempre se tuvieron de él.

MESA. - Por la tarde, de tres a cuatro, lee Teología el Maestro en ella y en Artes, Juan Negrete, que el año pasado fue Rector de la Universidad, Asombra su saber en Filosofía y Matemáticas, y porque nada le falte para abrazar todas las ciencias, tampoco ignora la Medicina.

GUTIÉRREZ. - Sujeto como se necesitaba para tan insigne Universidad.

MESA. - De las cuatro a las cinco de cátedra de Instituta, con bastante acierto, el Doctor Frías, Maestro también en Artes, peritísimo en griego y latín, pero lo más admirable es que aún no ha cumplido treinta y cuatro años.

GUTIÉRREZ. - Según me informas, hay en esta naciente escuela profesores sabios e insignes, todos muy capaces de desempeñar con gran fruto su cargo en cualquiera otra Universidad de las más antiguos y famosas. ¿Pero no hay, por ventura, en México, otro gramático? Porque uno solo, por instruido que sea, no sé si podrá bastar.

MESA. - Tuvimos antes a Puebla, Vázquez, Tarragona, Martín Fernández, de no común erudición en Dialéctica y Física, y un tal Cervantes, que según decían muchos, era muy versado en letras griegas y latinas; hubo además otros varios que enseñaron con buen éxito, pero no han proseguido en ello, por haberse dedicado a otras ocupaciones. Sin embargo, vino hace poco de España un Diego Díaz, quien en una

escuela privada explica con todo esmero las reglas y los autores; y será cada día más útil a la juventud, porque él también se dedica asiduamente al estudio, según me dicen.

GUTIÉRREZ. - Perfectamente. Pero ¿quién es aquel hombre tan alto, con ropa talar, y una maza de plata al hombro?

MESA. - El macero de la Universidad, que en castellano llamamos Bedel. Es hombre de estudios, circunstancia que no sienta mal en tal empleo.

GUTIÉRREZ. - ¿Esta señalado por tal el jueves, si no hay otro día de fiesta entre semana?

MESA. - Así es costumbre en esta Universidad.

GUTIÉRREZ. - ¿Qué contiene aquel papel fijado en la puerta?

MESA. - Conclusiones físicas y teológicas; unas problemáticas, otras afirmativas, otras negativas, que, según allí mismo se expresa, se han de defender e impugnar en esta cátedra de Teología el martes, o la feria tercera, como dicen los escolares.

GUTIÉRREZ. - ¿Son acometidos con mucho vigor los que descienden a la palestra para defender las conclusiones?

MESA. - Terriblemente, y es tal la disputa entre el sustentante y el arguyente, y de tal modo vienen a las manos, que no parece sino que a ambos les va la vida en ello. En asiento elevado está, con muceta y capirote doctoral, insignia de su grado y dignidad, uno de los maestros, a quien tocó el puesto según las constituciones, y es quien dirige la controversia y aclara las dudas: presidente del certamen y juez de la disputa, como le llama Vives.

GUTIÉRREZ. - ¿Por ventura los que bajan a la arena pelean siempre con el mismo brío y fortaleza?

MESA. - Nada de eso: unos descargan golpes mortales y hacen desdecirse al adversario; otros lo procuran y no lo consiguen. Algunos pelean con malas armas, que al punto se embotan; ya porque son principiantes y nunca han bajado a la palestra, ya por falta de ingenio suficiente.

GUTIÉRREZ. - ¿Acontece alguna vez que el sustentante se dé por vencido?

MESA. - Casi nunca, porque no falta quien le ayude, bien sea el presidente o algún otro de los aguerridos que se han ha-

llado en muchos combates, y suele acontecer que siendo de opiniones contrarias doctores y licenciados, se traba el combate entre ellos con mucho más calor que entre los mismos que sostenían antes la disputa.

GUTIÉRREZ. - ¿Quién pone término a la cuestión?

MESA. - La noche, porque no hay allí otro Palemón, pues muchas veces el presidente del acto o padrino del sustentante es acometido con más vigor que el discípulo ahijado a quien patrocina, o que algún otro cuya defensa tomó viéndole medido en la contienda.

GUTIÉRREZ. - ¿Ha habido ya lecciones de opositores?

MESA. - Todavía no, porque los discípulos de Lógica aún no han obtenido el primer grado de bachiller; pero pronto las habrá, puesto que hasta hora por falta de tiempo no se ha podido. Sin embargo, ya recibieron el primer grado en sagrados Cánones, porque los habían estudiado en Salamanca, el presbítero Bernardo López, provisor del obispado de Oaxaca, persona de notable erudición, el Doctor Frías y el maestro Cervantes.

GUTIÉRREZ. - ¿Por quien fueron graduados?

MESA. - Por el doctor Quesada, oidor de la Real Audiencia, sujeto tan perito en ambos Derechos, que es digno de ser comparado a los antiguos, según pueden testificarlo Salamanca y Alcalá.

GUTIÉRREZ. - ¿Con qué aparato se da la borla y cuánto cuesta?

MESA. - Con grandísima pompa, y con tal gasto, que mucho menos cuesta en Salamanca.

GUTIÉRREZ. - ¿Cuántos doctores y maestros hay?

M. - Entre los que se han graduado en México, y los que alcanzaron el título en otras partes pero que ahora son del claustro y gremio de esta Universidad, hay tantos, que apenas serán más en Salamanca: a lo que se agrega, para mayor dicha de tan ilustre Academia, que D. Fr. Alonso de Montúfar, Arzobispo de México, e insigne Maestro en sagrada Teología, se cuenta el primero en el número de sus doctores; siendo tan aficionado a las letras y a los literatos, que nada procura con tanto empeño como excogitar medios para que sean siempre mayores los adelantos de la literatura.

G. - ¿Cuán cierto es aquello de *Dame, Flaco, Mecenas, y no*

faltarán Marones? Los que desean graduarse en Teología, Filosofía o Jurisprudencia, ¿qué comprometen en el examen privado?

M. - Lo mayor de todo, es decir, la honra, que muchos estiman más que la vida; ninguno hay tan confiado en sí mismo, que no tenga gran temor de que en aquel lance le pongan una negra C, porque nadie puede tener agotada una materia.

GUTIÉRREZ. - Para aprobar y reprobar ¿usan aquí las mismas letras que en Salamanca, es decir, la A y la R?

MESA. - Exactamente las mismas; pero los antiguos usaban tres para votar: la C que condenaba, por lo cual se dijo poner una negra C; la A que aprobaba, y la L y N, que significaban *non liquet*, esto es, "no está claro".

GUTIÉRREZ. - ¿No tiene biblioteca esta Universidad?

MESA. - Será grande cuando llegue a formarse. Entretanto, las no pequeñas que hay en los conventos servirán de mucho a los que quieran frecuentarlas. Mas ya que te he hecho la descripción de la Universidad de México, dime en breves razones, sin o te sirve de molestia, ¿cómo es la de Salamanca, que se tiene por la más célebre de España?

GUTIÉRREZ. - ¿Quién podrá compendiar cosa tan grande en pocas palabras?

MESA. - El que pueda escribirla con muchas, pues Macrobio escribe que Virgilio con este verso *Los campos donde Troya fue*, deshizo y borró una gran ciudad.

GUTIÉRREZ. - Pues lo diré, acaso con más brevedad de la que pedías. La Universidad se divide en dos escuelas, poco apartadas entre sí, y que llaman mayor y menor. La mayor tiene en el piso bajo muchas y grandísimas cátedras, cada una con el letrero de la facultad que en ella se enseña. El patio es tan largo y ancho como corresponde a la extensión de las cátedras, rodeado de pórticos amplísimos. Hay también en el piso bajo una capilla muy bien aderezada, donde se celebran los oficios divinos: sobre ella, y a conveniente altura, es de ver el reloj que no sólo da las horas sino también los cuartos, por medio de dos carneros que vienen a topar mutuamente en la campana. Casi desde que amanece hasta que anochece se dan sin intermisión lecciones de todas ciencias: de cada una no hay sólo dos o tres catedráticos, sino muchos y muy doctos, aunque no todos son de la misma categoría, ni disfrutan igual sueldo. Los hay de primera, segunda y tercera clase; y así como los honores y emolumentos no son los mismos, tampoco es igual en todos la erudición. Los cate-

dráticos de Prima y el de Derecho tienen el primer lugar, como los generales en un ejército; síguense los de Vísperas. En parte alguna hay mayor concurrencia de estudiantes, y a ellos toca votar para la provisión de cátedras. Ocupan la escuela menor muchos gramáticos versadísimos, que con diversos sueldos regentan las cátedras de su ramo. En ambas escuelas, además de los profesores dotados por el rey, hay otros muchos igualmente doctos que aspiran a ganar cátedras, y que por lucir su ingenio o captarse el aplauso y favor de los escolares, explican con todo empeño y claridad los arcanos de las ciencias. Omito hacer mención de los innumerables colegios donde, sin pagar nada, son mantenidos algunos colegiales siete años, otros ocho y aún más. De estos colegios apenas sale quien no pueda ser oidor o presidente de alguna audiencia real, u obtener cualquier otro empleo en el orden civil o eclesiástico. En los conventos, que son muchos, hay asimismo estudios particulares de Artes y Teología. Y para que nada se eche de menos, también hay certámenes literarios. ¿Quieres, por último, que en una sola palabra encierre yo lo que no cabría en un largo discurso? No hay en Sicilia tanta abundancia de trigo, como en Salamanca de sabios. Con todo, esta Academia vuestra, fundada en región antes inculta y bárbara, apenas nace cuando lleva ya tales principios, que muy pronto hará, según creo, que si la Nueva España ha sido célebre hasta aquí entre las demás naciones por la abundancia de plata, lo sea en lo sucesivo por la multitud de sabios.

MESA. - Mucho me has dicho en brevísimas razones. Cuando estemos más desocupados te servirás explicarme algunas cosas que piden tratarse con más detenimiento. Por ahora, vamos a comer, que ya es cerca de mediodía. ☀



¿Quién te crees, Nicolo?

Los amigos de los números

Que las matemáticas son un juego y los matemáticos unos juguetones empedernidos, no es algo que precise ser demostrado. Los son todos, pero los que se ocupan de la llamada *teoría de números*, más todavía. Vea si no.

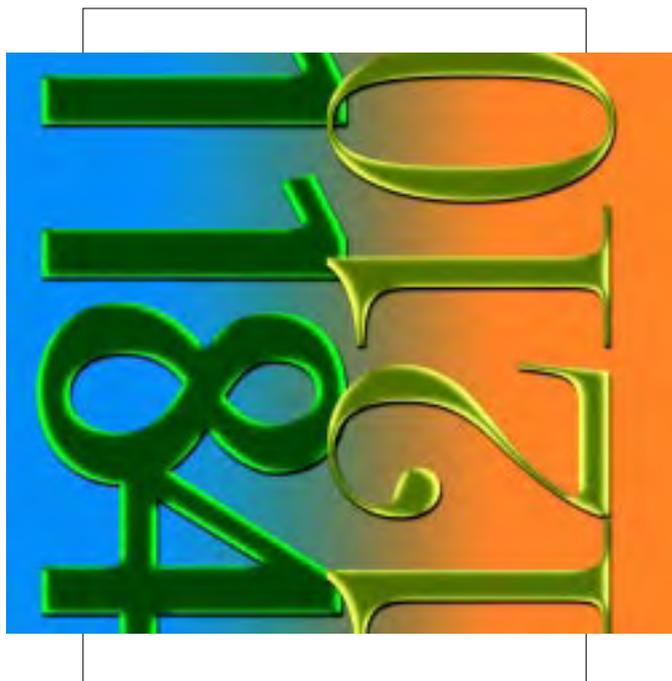
Se dice que un número entero es “perfecto” si es igual a la suma de sus divisores (excepto él mismo, por supuesto) Así $6 = 1 + 2 + 3$ es perfecto. También el $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$. Los que le siguen ya son más grandes, 496 y 8128. Si no me cree usted, compruébelo, suspicaz lector. De hecho existe una gran cantidad de estudios, desde la antigüedad, sobre los números perfectos. ¿Usted cree que es justo que a alguien le paguen por andar ocupándose –todo el día y todos los días– de tales curiosidades? Pues no queda ahí la cosa.

También existen los números “amigos”. Dos números son amigos si uno es igual a la suma de los divisores del otro y viceversa. La pareja de números amigos más pequeña y antigua es la que forman el 220 y el 284 (estamos en lo dicho, chéquelos usted mismo) Ya eran conocidos desde los tiempos bíblicos y eran considerados de buena suerte. En el Génesis, Jacob le regala a Esaú exactamente 220 cabras, lo que fue considerado por los exégetas pitagóricos como señal de amistad (si tan amigos eran, ¿por qué no le dio 284, digo yo?). Durante la Edad Media se utilizó la pareja del 220 y el 284 para elaborar horóscopos y confeccionar talismanes. No fue sino hasta el siglo XVII que Pieyre de Fermat –inada menos!– encontró otra parejita: 17 296 y 18 416 (sígale verificando). Aunque después se supo, ay, que un astrónomo árabe del siglo IX ya la había descubierto. Después de Fermat, fue el mismísimo Descartes el que dio con un tercer par de cuates: 9 363 584 y 9 437 056 (usted dirá) Ya en pleno siglo XVIII Euler, que por lo visto no tenía nada mejor que hacer, se aventó la puntadita de elaborar una lista con 64

parejas de números amigos aun mayores(!), pero resultó, pobre, que una de ellas era de “falsos amigos”. No le explicaré que es eso, mas reconozca que no podían faltar. En 1830, Legendre, entre polinomio y polinomio, se puso a pensarle y pudo encontrar otro.

Todo iba muy bien, era padre y divertido, hasta que en 1867 un imberbe muchachito (*ragazzino* deberíamos decir, pues era italiano) de dieciséis años, Nicolo Paganini, dio al traste con el pasatiempo al descubrir que 1184 y 1210 eran amigos (a esos sí les va entrar; no me vaya a quedar mal) ¡A lo largo de los siglos y los milenios, ninguno de los genios gambusinos los había hallado! Con ello el jovencito insolente inscribió su nombre en el Panteón de la matemática, junto a los más grandes genios, y de paso los puso un poco en ridículo.

Y es que, entre jugadores, esas cosas no se hacen. No es de amigos. 🌀



Santa Clos en shorts...

Deja que salga la luna...

Ahora que los mahometanos están de moda, de una manera que sin duda ellos no desearon, no son pocos los "occidentales" que descubren con azoro un verdadero universo, integrado por la quinta parte de los habitantes del planeta y que posee una civilización riquísima, antigua pero vigente, y esencialmente distinta de la nuestra. La ignorancia será siempre cómplice de la soberbia. Y uno de los rasgos que distingue esencial, abismalmente diría yo, la cosmología de los musulmanes de la cristiana, es su manera de contar el tiempo. Me refiero ahora no al tiempo pequeño, la *cuenta chica*, como decían los mayas, sino al tiempo grande, la *cuenta larga*. Fiel a las enseñanzas de Mahoma, su profeta, el calendario del Islam sigue hoy siendo lunar, a diferencia del nuestro que desde hace por lo menos veinte siglos es solar.

Para decirlo de alguna manera, mientras que para nosotros el mes no es más que una subdivisión del año, una mera aproximación al ciclo lunar, para ellos el año no es más que una suma de meses, una mera aproximación al periodo de translación de la Tierra. El año musulmán también tiene doce meses, pero corresponden casi exactamente a las fases de la luna, y tienen, alternativamente, 29 y 30 días; para ajustarlo, como nosotros con los años bisiestos, establecen un ciclo de treinta años, durante el cual 19 terminan en un mes de 29 días y los restantes en uno de 30. Pero entonces resulta que su año tiene sólo 355 o 356 días, y no coincide con el ritmo de las estaciones.

Esto representa, entre otras cosas, variaciones importantes en el clima al que corresponden las fechas; lo que sería hartamente desconcertante para nosotros, a ellos parece tenerles sin cuidado. Así por ejemplo, su mes santo de ayuno, el noveno, llamado *Ramadán*, puede caer tanto en verano como en invierno. Y lo mismo sucede con el de-

cimosegundo, llamado *Dhu'l-Hijja*, durante cuyas primeras dos semanas el Corán dispone que deben dirigirse a La Meca. De hecho las estaciones climáticas se adelantan cada año diez u once días. Nosotros no lo notaríamos tanto, pero ¡a poco los europeos no se entretendrían celebrando a veces la Navidad en la canícula del verano? Ellos se lo pierden. Quien les manda.

Y ya que de años va la cosa, permítame recordarle que nuestro tierno año 2002 es capicúa, del catalán *cabeza y cola*, es decir que se lee igual de atrás a adelante que al derecho. En otra nota *deste lado del espejo* hablo de que los *números amigos* traen buena suerte. Pues bien, los capicúas también. Además, sepa usted que pertenece —a menos que sea realmente precoz y tenga menos de diez años o realmente longevo y más de 120— a la privilegiada generación a la que le ha tocado vivir dos años capicúas: éste y 1991, cosa que no sucede sino cada mil y un años, exactamente.

Sírvame ello de pretexto para desearle muy sinceramente, querido e indispensable lector, que el año que se inicia sea realmente capicúa para usted y los suyos, y, que bajo el influjo de los musulmanes, algo haya en él de las mil y una noches. ☀



A toro pasado (solución al torito del número 161)

No les pongas sal y ya

Palabras, palabras, sólo palabras...

A ver, considere usted, curioso lector, la siguiente frase: *Haré todo lo que pude*. Seguro que le suena mal. Un verbo está en futuro y el otro en pasado. No checa. Si le pido que le añada una letra y cambie otra de lugar a alguna de las palabras de la frase, para que quede bien, seguro no le costará demasiado trabajo. Convertimos el *pude* en *pueda* y ya estuvo. Pero si ahora le pido que simplemente le quite una letra a alguna de las palabras de la frase para que se convierta en una oración impecable de acuerdo a las más estrictas reglas del español, a lo mejor ya le cuesta más. Para darle chance a que lo piense tantito, le voy a decir la solución sólo al final de esta nota.

Los juegos de palabras son divertidos y a menudo desconcertantes. Los hay en todas las lenguas y, natural y lamentablemente, son intraducibles. Pero en español hay algunos notables. Cuenta la leyenda que alguna vez existieron trenes de pasajeros en nuestro país (y alguna vez alguien nos tendrá que explicar por qué desaparecieron). El caso es que dicen que el conductor del convoy que cubría el trayecto México-Puebla-Perote-Jalapa-Veracruz, al gritar anunciándolo, le daba el ritmo adecuado para decir: ¡México Puebla, pero te jala pa' Veracruz! Delicioso.

¿Se le ocurre a usted una palabra en la que estén las cinco vocales y ninguna repetida? Yo sabía tres, pero sólo me acuerdo de dos: murciélago y secundario. O, a ver, encuentre una palabra que tenga cinco íes; esa no se la digo porque es muy difícil, difícilísima. Ahora dígame un nombre de hombre, en español, que no tenga ninguna de las letras de Carlos. También se lo digo al final.

La gran mayoría de los juegos de palabras, sin embargo, son orales. De cualquier manera, déjeme contarle un par, para que usted los repita platicándolos. Construya una expresión correcta en la que intervenga seis veces la misma palabra, ¡y que no contenga ninguna otra! Alguien le reclama al parroquiano su manera de comer: "¡Pero cómo come usted!", a lo que éste replica irritado: "¡Cómo

cómo como? ¡Como como como!". Evidentemente no se trata de la *misma* palabra en sentido estricto, pero igual es muy ingenioso. O, ya que de comensales va la cosa, aquel que consiste en decir una frase que contenga las cuatro interrogaciones más comunes, seguidas. Declara enfático el tragón de hace rato: "Porque cuando donde como, me sirven mal me desespero". De nuevo hay trampa, pero es suficientemente vaciado para que la perdone uno.

Bien, al grano: Nuestro problema es de otro tipo y tiene que ver con la grafía de las letras. Reconocerá que no es muy difícil, pues las letras simétricas en el sentido que nos interesa son poquitas: **I y O, H, N, S, X y Z**. Así, yo sólo encontré cuatro palabras que cumplan con nuestra condición: **O, OSO, NON y SOSOS** (los argentinos añadirían **SOS**, como en *sos macanudo, che*). No creo, pero a ver si antes que este número vea la luz aparece alguna otra. Quien quita.

Y ahora las respuestas que le prometí más arriba. Para corregir la frase, sólo póngase en el lugar de un campesino y quítele la *h* de *haré*. Simple e impecable. Se trata también de un problema originalmente oral. Pronúnciela, pregunte si es correcta y disfrute las respuestas. En cuanto al nombre masculino, creo que curiosamente sólo existe uno: *Quintín*. Si se le ocurre otro, obsesivo lector, no dude en hacérmelo saber. Mientras, no deje de seguirse entreteniéndolo, de vez en cuando, con la lengua y sus insospechadas posibilidades. 🌀



El torito

Las Águilas Borradas

La cosa es que las muevas bien

Está el catalán sentado en una de las terrazas de la célebre Rambla barcelonesa, viendo transitar a los paseantes mientras frota con atención y energía una moneda sobre la superficie de la mesa. Se acerca un amigo y le pregunta intrigado: "¿Cómo estás Jordi, qué estás haciendo?", a lo que éste contesta con displicencia: "Mira, aquí, gastando dinero".

Las monedas y las mesas de los cafés son viejas conocidas, aunque no siempre para ejercicios tan altruistas como el de nuestro catalán derrochador. Pero ahí acostumbra a estar ellas, redonditas, brillantes y pacientes, en calidad de cambio o de propina. Otras veces, sin embargo, juegan un papel menos pasivo y aburrido, y se convierten en protagonistas de intrincados acertijos de sobremesa.

Hace ya algunos años, dediqué un *torito* a los juegos con cerillos. Ya era justo que nos ocupáramos de las monedas, que han dado lugar a muchos y muy interesantes problemas. Y no me refiero a las monedas en su condición de *dinero*. También de esos hay una multitud y ya hemos lidiado varios aquí. El más reciente, para no ir más lejos, hace apenas dos números, cuando tuvimos que vérnoslas con los dinares del pobre Ahmed y su bella Soraya. No, me voy a referir a las monedas en calidad de pequeños círculos móviles.

De entre todos, escojo para soltárselo hoy, ansioso lector, un *torito* especialmente bello y desconcertante, que pone de relieve –como ya lo hemos hartado discutido *de este lado del espejo*– hasta qué punto lo simple puede ser difícil. Y que nos obliga a preguntarnos en qué consistirá esa cosa que llamamos inteligencia y en qué consistirán las dificultades que se nos atraviesan en la solución de un determinado problema.

Así pues, tome usted seis monedas iguales y dispóngalas como en la **figura uno**, en forma, digamos, de romboide o de *navaja de cutter*, ahora que están de moda. La

cuestión es, moviendo monedas, pasar a la **figura dos**, que llamaremos el hexágono o la *margarita*, mucho más inofensiva. Ahora bien, los movimientos deberán sujetarse a las siguientes reglas:

1. Sólo podrá mover tres monedas, una tras otra.
2. Cuando mueva una, no deberá levantarla de la mesa ni empujar otras.
3. Al situar una moneda en su nueva posición, debe quedar fija, es decir, estar en contacto con, al menos, otras dos.

Eso es todo. Así se lo dejo. Si le da, no deje de mandarnos la solución. Si no, en dos meses se la platico y le va a dar coraje. No parece gran cosa, y de hecho no lo es, pero a ver si de tanto pasear sus monedas por la mesa, no acaba usted, como el catalán de hace rato, borrándoles el águila. ●



Figura 1. El cutter.



Figura 2. La margarita.

Corte una oreja

Háganos llegar su respuesta (de manera visible), 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 encauzar su envío con la acotación: *Deste lado del espejo*.

Hasta el cierre de la presente edición, no recibimos respuestas acertadas para el *torito* del número 161 de *CyD*.

La negación del viaje lunar



A sí como hay numerosas personas que, ante evidencias muy endeblec creen que la Tierra es visitada por cientos de naves extraterrestres, que interactúan de diversas maneras con muchos seres humanos, también hay grupos que muestran una tendencia contraria; es decir, un escepticismo más allá de lo razonable, dirigido hacia una de las hazañas más notables de la humanidad.

La irracionalidad humana, sobre todo cuando se viste con el ropaje de la ciencia, ciertamente no conoce límites. Ya algunos neonazis de muchos países se han dedicado a tratar de negar la realidad del Holocausto, desmintiendo sobre todo el doloroso testimonio de los supervivientes, el cual debería ser suficiente prueba de la bestialidad del régimen nazi.

Alguna similitud con esto se presenta, sobre todo al acudir a las teorías conspiratorias más demenciales, como la absurda hipótesis de que el ser humano nunca llegó a la Luna, sino que todo fue una simulación costosísima y complicada, perpetrada por la NASA, involucrando a miles de personas para hacer creer a la comunidad científica, y de paso a toda la humanidad, que con el Programa Apolo, vigente entre 1968 y 1972, el hombre llegó a la Luna en seis expediciones, aparte de que otras cuatro más circunnavegaron nuestro satélite, con lo que doce astronautas caminaron en su superficie, en lo que sin duda es uno de los momentos estelares de la historia, como lo calificó el propio presidente Nixon al descender los astronautas del Apolo 11.

Desde luego, para los científicos, la evidencia más clara y contundente que el ser humano estuvo en la Luna

consiste en la naturaleza de las transmisiones radiales y de telemetría recibidas desde el satélite cuando estuvieron allá los astronautas, mismas que pudieron ser ubicadas direccionalmente como provenientes de la Luna, por cientos de receptores profesionales y aficionados que colaboraron en el registro y clasificación de la información transmitida. Los lapsos transcurridos entre el envío de los mensajes y el regreso de las señales de respuesta de todo tipo correspondían precisamente con la distancia a la que se encuentra la Luna; además, los astronautas dejaron en la superficie lunar varios instrumentos muy sensibles, que transmiten hasta hoy datos sobre el satélite, entre ellos un sismógrafo que ha mostrado cómo la Luna todavía experimenta la vibración sísmica del impacto del meteorito que dio lugar al cráter Copérnico, en el siglo XI de nuestra era, y un reflector de rayos láser, con el que se ha podido determinar la distancia exacta de la Tierra a la Luna. Está también la evidencia de las rocas lunares, varias toneladas traídas por cada expedición, mismas que muestran características cristalográficas y geológicas consistentes con las condiciones en que allí fueron halladas en la Luna. Tales características son tan reveladoras que cualquier geólogo podría identificar una roca de origen lunar – y hasta marciano –, sin que se le revelara su origen. No existe, pues, duda alguna de la realidad del viaje para la comunidad científica; desafortunadamente, no ocurre lo mismo con el público estadounidense en general, afectado por un alarmante nivel de analfabetismo científico.

Una de las cosas más difíciles de simular en un estudio cinematográfico de la época es el efecto de que la gravedad de la Luna es sólo de una quinta parte de la de la Tierra. Los saltos y la agilidad mostrada por todos los

astronautas, así como algunos experimentos realizados al arrojar objetos, demuestran que la acción se llevaba a cabo en un ambiente de gravedad muy reducida.

Entre los principales proponentes de que los viajes lunares fueron simulados están Bill Kaysing, quien trabajó en el departamento de publicaciones técnicas de Rocketdyne, empresa aeroespacial, y Kevin Overstreet, quien mantiene una página de Internet en la cual se exhiben fotografías de la NASA, que supuestamente demuestran que todo fue actuado en un foro cerrado de la Fuerza Aérea estadounidense. Para ellos, el prodigioso cohete Saturno sólo llevaba a los astronautas en un vuelo suborbital, del cual descendían en el desierto de Nuevo México y de ahí eran llevados al estudio cinematográfico

A principios de año, la cadena televisiva Fox de los Estados Unidos, difundió un programa documental amarillista para promover, con demasiada credulidad, el punto de vista de los revisionistas lunares. Ahí se presentó a un grupo de personas que consideran que no hubo tal viaje, entre ellos, el productor de la cinta *Capricornio Uno*, estrenada en 1977, que representa supuestamente cómo se fingió el programa Apolo, además de Boris Valentinov, un cosmonauta ruso poco conocido, así como la viuda y el hijo del astronauta Gus Grissom, muerto lamentablemente en el ígneo accidente del Apolo I en 1967.

Las objeciones presentadas por estas personas, extrañamente, no se refieren a detalles fundamentales del proyecto, sino a indicios en el material fotográfico y grabaciones de televisión; por ejemplo, se señala que casi en ninguna foto o grabación se aprecian las estrellas en el cielo, que según ellos deberían verse, ya que no hay atmósfera en la Luna. Pero esto no es más que el resultado de que las fotos se tomaron en pleno día, con la apertura de las cámaras fijada para registrar una escena brillantemente iluminada, por lo que no pudo registrarse la tenue luz de las estrellas. Lo cierto es que si se hubieran visto las estrellas, ¡ello sí hubiera movido a sospechar algo raro! Además, señalan que las banderas colocadas por los astronautas ondean en algunas grabaciones como si hubiera brisa, pero ello se debe a la vibración de su es-

tructura rígida, después de ser manipuladas por los astronautas, más adelante no vuelven a moverse, aunque, por otra parte, tampoco hubiera habido brisa en un estudio cerrado.

Alegan que en algunas fotos se aprecia el mismo fondo montañoso detrás de distintos objetos en primer plano. Pero eso es precisamente lo que ocurre en cualquier paisaje, donde las montañas se encuentran muchos kilómetros atrás, y es algo que jamás ocurrirá en un foro cinematográfico. Muchas otras objeciones, así de triviales, son refutadas en la página de Internet (pirlwww.lpl.arizona.edu/~jscotti/NOT.faked).

Para explicar el hecho de que su verdad no haya sido revelada en todo el mundo, lo que representaría una de las noticias más jugosas y redituables de la historia, los revisionistas lunares aseguran que existe una conspiración auspiciada por la Nasa y el gobierno estadounidense, pero para funcionar, la misma debería contar con la complicidad y el silencio de por lo menos tres mil empleados de la institución, además de unos 10 mil miembros del ejército, empleados del Pentágono y varios cientos de personajes más de la Casa Blanca y el Congreso, así como de todos los servicios soviéticos de inteligencia, hoy rusos, al igual que de unos dos mil científicos espaciales y astrónomos de todo el mundo, de los cuales ninguno ha decidido decir la verdad en más de 37 años. Esta es la parte más difícil de creer de toda esta patraña.

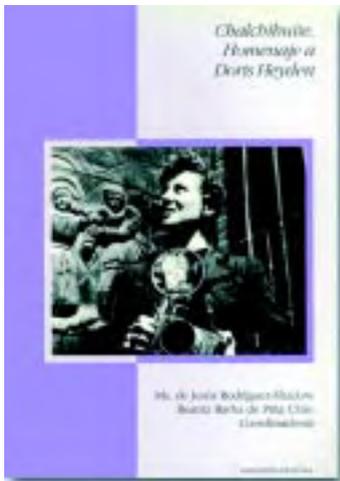
Pero lo preocupante en verdad es que un 14% de los estadounidenses en verdad cree que los vuelos del Apolo nunca tuvieron lugar, y fueron simulados por el gobierno de los Estados Unidos a un costo equivalente al de mandar realmente esas misiones a la Luna. 🌀

Referencias

James V.Scotti. *Fox Special Questions Moon Landing but not Its Own Credulities. Skeptical Inquirer*. vol 5, Núm. 3, June 2001.

Chalchihuite. Homenaje a Doris Heyden

OSCAR FLORES SOLANO



Esta obra es un homenaje a la antropóloga norteamericana Doris Heyden, coordinado por María J. Rodríguez-Shadow y Beatriz Barba de Piña Chán, que reúne a diferentes investigadores dedicados a distintos campos de estudio; la obra consta de una introducción escrita por las coordinadoras, seguido por el amplísimo *curriculum vitae* de Doris Heyden, el cual incluye su formación académica, las ponencias, los congresos y los cursos impartidos, así como libros, artículos y traducciones que publicó, además de los múltiples reconocimientos recibidos. Antes de los artículos presentados se hace un pequeño recorrido por las diferentes etapas de la doctora Heyden

mediante diversas fotografías. La obra consta de un total de 29 figuras, cinco mapas, siete cuadros y 25 fotografías, aparte de las del interesante álbum fotográfico de la antropóloga.

Lina Odena Güemes (DEAS-INAH) inicia esta compilación con "Doris Heyden un chalchihuite", que constituye una semblanza de la vida de la homenajeada; en ella se mencionan su infancia y sus padres, se explica cómo entró en contacto con la música, el arte, la literatura y, sobre todo, con México. El segundo artículo corresponde a la pluma de Alfredo López Austin, quien a partir de su "Homenaje a Doris Heyden", texto leído en la ceremonia celebrada en su honor el 9 de noviembre de 1995, en el Museo del Templo Mayor, habla del enfoque de la doctora Heyden, que investigó en imágenes, en las palabras de sus informantes y en los rituales las particularidades de las concepciones mesoamericanas.

Linda Manzanilla (IIA-UNAM) en "El inframundo en Teotihuacan", artículo escrito en forma epistolar, da una explicación de los estudios realizados por la doctora Heyden en los túneles que pasan por debajo de los edificios religiosos de Teotihuacan, con el objetivo de localizar y definir túneles y cuevas de interés arqueológico por el uso ritual o económico a que fueron destinados como lugares de culto, fertilidad, entrada al inframundo y observación solar.

Manzanilla elogia los afanes indagatorios de Heyden y en especial su trabajo sobre el túnel bajo la Pirámide de Sol, en el que encuentra una fuente de inspiración para comentar sus propios logros, y explica que los trabajos que sobre el mismo asunto ha llevado a cabo en "el lugar donde los seres humanos se convierten en dioses" requirieron de reconocimiento geológico, estudios geofísicos

Chalchihuite. Homenaje a Doris Heyden. María J. Rodríguez-Shadow y Beatriz Barba de Piña Chán (coord.) Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 1999.

de magnetometría, de resistividad eléctrica, gravimetría, radar de penetración, perforaciones y excavaciones de túneles en el subsuelo. Para completar su estudio, la doctora Manzanilla recurrió a entrevistas de hombres y mujeres oriundos del valle de Teotihuacan, así como a la comunicación personal con diferentes investigadores.

“Una estela de Edzná, Campeche” es el artículo que Román Piña Chán escribió para dar una descripción detallada y una personalísima interpretación de los personajes, elementos y cuadros que aparecen en una de las estelas labradas del referido sitio arqueológico. Se trata de un ensayo redactado de manera breve, concisa y con la brillantez que siempre caracterizó sus trabajos.

La contribución de William J. Folan Higgins se denominó “El concepto de frontera de la gran Mesoamérica,” que es una versión revisada de la ponencia presentada en México, D. F. en marzo de 1980, que él tituló *Conformación de las fronteras en México*, donde habla de la existencia de éstas y de las líneas y rayas formadas a través del tiempo, que modificaron las demarcaciones producidas por fluctuaciones climáticas o políticas.

A partir del análisis histórico, iconográfico y epigráfico, Juan Alfonso Arellano (Coordinación de Humanidades-UNAM) presenta parcial y brevemente algunos aspectos acerca del dragón-cocodrilo y menciona su papel dentro de la mitología mesoamericana en general y de la maya en particular. En la confección de su trabajo consultó fuentes coloniales del siglo XVI, hizo comparaciones con diversos códices y se basó en la comunicación personal con diferentes investigadores.

El descubrimiento de un gran relieve en las excavaciones del Templo Mayor, entre marzo y mayo de 1978, llevó a José Alcina Franch (Universidad Complutense de Madrid) a reanalizar esa pieza y contemplarla desde un contexto más amplio y una perspectiva diferente, usando especialmente el enfoque iconográfico. Así, el problema de cómo debe ser contemplado el relieve del Templo Mayor es abordado en su estudio “El agua que se junta con el cielo”.

Ana Ma. Luisa Velasco sigue el camino señalado por los trabajos pioneros en que Doris Heyden trató el aspec-

to sagrado de la naturaleza bajo sus múltiples representaciones en mitos, ritos y diversas creencias de la cosmovisión prehispánica, que forman parte del problema de las denominaciones para entender la trascendencia de lo divino en el mundo, delimitando su estudio. En “Teteoipalnemouani, los dioses por los que el hombre vive”, la autora hace un estudio sobre las deidades a las que se atribuye el origen de todo cuanto significa el verbo *nemi*: moverse, vivir. Esta estudiosa se vale del examen de las características asociadas a la sobrevivencia de los seres humanos.

Las distintas descripciones e interpretaciones de las imágenes que representan a uno de los dioses más importantes del panteón azteca son abordadas por Yólotl González (DEAS-INAH) en su estudio “Las representaciones de Huitzilopochtli”, a partir de los códices y de las diferentes celebraciones en honor a esta deidad.

La antropóloga norteamericana Mary Goldsmith (UAM-Xochimilco) recoge en “Barriendo, tejiendo y cocinando, el trabajo doméstico en la sociedad azteca” las diferentes posturas y acercamientos teóricos y metodológicos de los distintos autores y autoras que han escrito acerca del papel y el lugar que las mujeres aztecas ocupaban dentro de la estructura social, a partir del trabajo realizado y de la división de clase y de género.

“La condición social de las mujeres mexicas en vísperas de la conquista española” presenta la interpretación de María J. Rodríguez-Shadow sobre las relaciones de género, basándose en una lectura muy crítica de las fuentes documentales y de una amplia revisión bibliográfica, en el intento de comprender y explicar el carácter de tales relaciones en México-Tenochtitlan y buscar las raíces de la desigualdad.

Beatriz Barba de Piña Chán (DEAS-INAH) plantea en “Madres vírgenes para dioses solares” el estudio de deidades asociadas con el Sol en diferentes partes del mundo, y por medio de un análisis bibliográfico establece la comparación sobre algunos rasgos constantes de estas deidades, que pertenecen a concepciones religiosas diferentes, como son la hindú, la budista, la judía, la maya y la azteca, partiendo de la premisa de que todos los seres

humanos llegan a ideas parecidas cuando tienen necesidades semejantes.

El artículo "El papel de las mujeres en la construcción de la identidad maya contemporánea" constituye una versión más completa de una ponencia presentada en la II Mesa de Estudios de Género en la Dirección de Etnología y Antropología Social. Ángeles Alonso Espinosa, quien actualmente realiza estudios doctorales en La Sorbona, muestra cómo la actividad del bordado y el simbolismo que en éste se expresa representan aspectos fundamentales y dinámicos de la participación femenina en el mantenimiento de la identidad maya contemporánea. Para sustentar su propuesta, la autora se basó en el trabajo de campo, que durante el periodo de un año realizó en la comunidad de X-Pichil, en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, entre 1992 y 1994.

"Ritos en cuevas en Chilapa, Guerrero", de Samuel Villeda (DEAS-INAH), presenta los resultados de un intensivo estudio llevado a cabo en las zonas rurales guerrerenses. Este antropólogo se refiere al papel que desempeñan dichas cuevas en los rituales agrícolas de la población campesina, basándose en las observaciones efectuadas en diferentes lugares del municipio de Chilapa.

Julietta Ramos-Elorduy (Instituto de Biología-UNAM), en su interesante artículo, expone el arraigo de la entomofagia a través del tiempo, la discusión del uso y desuso del consumo de insectos, así como su trascendencia en las sociedades primitivas, pre-industriales y occidentales modernas, todo lo cual contrasta con el consumo actual, reforzado por la creciente destrucción del medio.

Se trata de una obra que por su amplitud en las temáticas abordadas atraerá la atención de los especialistas de diversos campos y en ella a pesar de que se conjugan los esfuerzos de antropólogos y arqueólogos, unos norteamericanos y otros mexicanos, destaca la sencillez y elegancia del lenguaje empleado, la coherencia expositiva y la rigurosidad de los marcos analíticos apoyados en un trabajo de campo sistemático y profundo.

Este libro fue compilado para homenajear a Doris Heyden, una de las figuras más destacadas de la comunidad antropológica de nuestro país. 

Una historia de la UAM. Sus primeros veinticinco años

MIGUEL ÁNGEL CASILLAS ALVARADO,
ROMUALDO LÓPEZ ZÁRATE Y
ÓSCAR M. GONZÁLEZ CUEVAS

Los últimos treinta años han sido de especial importancia para la enseñanza superior en México, pues en ese tiempo el país construyó un amplio y heterogéneo sistema de educación de tercer grado. A excepción de unos cuantos trabajos sobre el tema, que pusieron el acento en la expansión del sistema, el proceso fue escasamente analizado y, en este marco, *Una historia de la Universidad Autónoma Metropolitana. Sus primeros veinticinco años* cobra especial relevancia, dado que recupera el pasado como una forma de comprender el decurso tomado por una de las instituciones con mayor presencia en la educación superior mexicana contemporánea y, con este fin, los autores analizan el desarrollo de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) desde dos ángulos de estudio. Por una parte, reconstruyen detalladamente los factores sociales que dieron origen al proyecto institucional, y por la otra, abordan los procesos internos que han configurado el establecimiento. Cada uno de estos ángulos genera miradas institucionales distintas a la vez que complementarias.

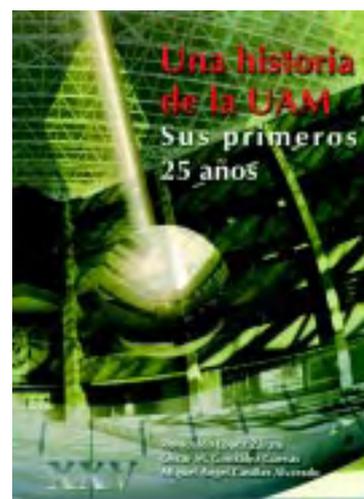
Con la primera mirada se hacen visibles las grandes transformaciones ocurridas a fines de los años sesenta e inicios de los setenta en una sociedad mexicana en el borde de la industrialización y terciarización, con la emergencia de nuevos segmentos sociales, sobre todo las cla-

Una historia de la UAM. Sus primeros veinticinco años, Romualdo López Zárate, Oscar M. González Cuevas, Miguel Ángel Casillas Alvarado. ed. UAM, 2000

ses medias, con capacidad de politización, cuya expresión más clara es el 68 mexicano. Esta es la sociedad que hizo posible el acelerado crecimiento de la enseñanza superior, sobre todo mediante la generación de un numeroso mercado de consumidores de los servicios educativos del tercer nivel. Justamente la demanda de posiciones en las aulas universitarias llevó a una temprana saturación de los establecimientos escolares existentes, lo cual los obligó a ampliar sus dimensiones, en especial las dos grandes instituciones de mayor concentración estudiantil, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN).

En los primeros años de los setenta, ni la UNAM ni el IPN tenían la capacidad de atender la demanda estudiantil esperada, razón por la cual en 1974 el gobierno federal, atendiendo una recomendación de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), decidió crear una institución de educación superior ubicada en la zona metropolitana de la ciudad de México. Pero esta mirada va más allá del análisis de los factores sociales que propiciaron la creación de la UAM, pues incorpora y revisa las ideas de los principales actores involucrados en el proceso de fundación. En este sentido destacan las opiniones del rector de la UNAM, del director del IPN y del Secretario de Educación Pública, quienes grosso modo coinciden en que la nueva institución tendría que hacerse cargo de una parte considerable de la demanda estudiantil, a la vez que conformar un establecimiento distinto a los existentes, innovador tanto en su organización como en su funcionamiento. Aquí se encuentran las bases que sostienen el proyecto de fundación de la UAM.

La segunda mirada, de mayor profundidad y detalle que la primera, explora los procesos internos que han configurado el establecimiento. Para ello se realizó una periodización del desarrollo institucional, desde los orígenes, la época fundacional, las crisis económicas y el periodo contemporáneo. En cada uno de los periodos se someten a estudio tres grandes temáticas: las funciones universitarias, la organización institucional y los agentes universitarios; así, periodos y temáticas van forman-



do a lo largo del libro un mapa claro y preciso del recorrido institucional en sus primeros 25 años, destacando por su frescura y profundidad los apartados dedicados a la organización académica, los profesores universitarios, los estudiantes y las autoridades.

Respecto a la organización académica, el énfasis se puso en la especificidad del modelo inaugurado por la UAM, pues hasta los inicios de los años setenta dicha organización en las instituciones de educación superior en México era poco diversificada, pues estaban localizadas en un sitio geográfico determinado, el campus universitario, con una estructura de gobierno sostenido en la figura del Rector y dedicadas preferentemente a las actividades docentes. A diferencia de lo anterior, la UAM inauguró un tipo de organización distinta, primeramente al abrir tres unidades independientes en zonas de alta concentración poblacional de la ciudad de México; Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco, ubicadas respectivamente en el norte, oriente y sur de la capital. Las unidades, aun cuando presentan orientaciones propias en su oferta de estudios –en Azcapotzalco predominan los estudios profesionales, en Iztapalapa la ciencia básica y en Xochimilco las ciencias de la salud– mantienen una organización común, basada en áreas, departamentos y divisiones. En términos generales, estos niveles organizativos tienen como propósito enlazar dos de las principales finalidades de la UAM; la docencia y la investigación, y el modelo se completa con la figura, también pionera en el país, de profesor-investigador. Además, la estructura de gobierno reconoce

la participación de académicos, estudiantes y funcionarios en la toma de decisiones, por intermedio de los consejos divisionales, el consejo académico y el colegio académico, este último máxima autoridad de la institución. Este tipo de organización hace de la UAM un establecimiento particular, donde la generación y transmisión de conocimientos están estrechamente vinculados y la toma de decisiones dispone de canales estables y fluidos.

En materia de académicos, el estudio muestra que para la UAM sus profesores han sido un asunto de constante preocupación. A lo largo de su historia, el establecimiento ha ofrecido una serie de condiciones institucionales para el trabajo de su cuerpo académico, entre las cuales sobresalen la alta proporción de puestos académicos de tiempo completo, pues aproximadamente el 70% de tales plazas son de este tipo; crea la figura de profesor-investigador; construye y equipa laboratorios *ad hoc* para el desarrollo de las líneas de investigación, y estimula la producción y la calidad de las actividades académicas, mediante una serie de programas de estímulos y reconocimiento al desempeño de sus profesores.

Pero quizás el mérito más significativo de la UAM en su planta académica, registrado minuciosamente en el texto, es la construcción de una comunidad basada y regulada en el reconocimiento de los colegas. En efecto, la definición de reglas claras de sanción y reconocimiento de las actividades académicas, aunado al desarrollo del trabajo colegiado, en que el juicio de los pares ocupa una posición central, han sido fructíferos para generar un clima institucional favorable al desempeño del trabajo académico. Este es un logro mayor para la UAM, sobre todo si se toma en cuenta que el establecimiento de sólidas comunidades académicas requiere de lapsos prolongados para su maduración, y ello ocurrió en un tiempo relativamente corto de menos de 25 años.

En lo que toca al tema de los estudiantes, el trabajo expone los rasgos característicos de los alumnos de la UAM, y aun cuando a lo largo de los distintos periodos históricos la composición de la población estudiantil muestra algunas variaciones, en términos generales se puede señalar que quienes ingresan son jóvenes, preva-

leciendo los grupos de edad de 18 a 20 años, 21 a 23 y 24 a 26 años, que provienen preferentemente de escuelas situadas en la zona metropolitana de la ciudad de México. Por último, una buena proporción de alumnos, aproximadamente 50%, combina actividades laborales y estudiantiles. En el año de 1998, la UAM atendía a cerca de 40 mil estudiantes, sin duda una matrícula significativa.

El capítulo sobre las autoridades da cuenta de uno de los temas hasta ahora poco tratado por los especialistas de la educación superior mexicana, el de los funcionarios, y el apartado analiza rigurosamente los perfiles, la trayectoria y composición de las autoridades de primer nivel en el establecimiento. Así, y sólo para ilustrar el contenido de este apartado, en el caso de los rectores generales, la edad promedio al iniciar gestiones es de 46 años; la mayoría cuenta con el grado de doctor, preferentemente en el área de las ciencias duras y aplicadas –dos físicos, dos ingenieros químicos, dos ingenieros civiles y uno más abogado–; tres son miembros del SNI, y cuentan con una producción académica significativa, expresada en numerosas publicaciones científicas; finalmente, las personas que han ocupado la rectoría general tuvieron experiencia en la gestión administrativa, sobre todo al interior de la UAM.

Además de las características de quienes han ocupado los primeros puestos de autoridad, el aparato proporciona pistas para comprender el ejercicio del poder en el establecimiento, pues a diferencia de lo que sucede en otras instituciones, en la UAM el de los funcionarios está acotado por los reglamentos, que incluyen la participación de los sectores académico y estudiantil; de esta manera la toma de decisiones es una práctica colectiva y colegiada.

El contenido de los apartados comentados, junto con el resto de los capítulos que integran el texto, va más allá del registro de fechas y nombres, pues se pretende reconstruir el tejido institucional. Tal pretensión se logra y el libro capta cómo se ha constituido y ha operado el establecimiento, explica el papel determinante de las reglas y normas institucionales, pero también los esfuerzos, empeños y desencuentros de los actores que le dan vida, y éste es su mérito mayor. ●

Entrega del Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Al entregar el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos, el ingeniero Jaime Parada Avila, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), señaló ante diversos investigadores y empresarios que el país que deseamos demanda a toda la sociedad su participación, apropiándose de la ciencia y la tecnología para utilizar el conocimiento en cada una de sus actividades específicas.

En la ceremonia que tuvo lugar en el Museo Franz Mayer, el director general del Conacyt dijo que el reto a que nos enfrentamos actualmente nos obliga a reducir la brecha tecnológica que nos separa de nuestros principales socios comerciales y competidores en el mundo, y este premio es una clara muestra de que en México existen grupos consolidados de investigadores. Así reiteró que la sociedad debe emplear la ciencia y la tecnología para hacer frente a un mundo en constante cambio, y añadió que durante los 25 años de entrega de este premio ha quedado de manifiesto que los investigadores y estudiantes dedicados a la innovación de los procesos productivos tienen un auténtico estímulo.

Durante su participación, el licenciado Rodrigo Calderón, vicepresidente de Comunicación y Relaciones Exteriores de Coca-Cola, comentó que se encuentran muy satisfechos con los resultados obtenidos con el estímulo de este premio a lo largo de un cuarto de siglo, y agregó que la empresa continuará trabajando con energía para reconocer y estimular a los

profesionales y estudiantes dedicados a la investigación y al estudio de la ciencia y la tecnología de los alimentos en México.

En esta vigésimoquinta edición del premio, los ganadores en la categoría estudiantil en ciencia y tecnología de los alimentos fueron Mónica Arelia Ortega Tovar, Blanca Estela García Almendárez, Miguel Ángel Duarte Vázquez y Carlos Regalado González, todos de la división de estudios de posgrado de la Universidad Autónoma de Querétaro, por su trabajo denominado Eliminación de compuestos fenólicos mediante su polimerización catalizada por peroxidasa de nabo. En tanto que para la categoría profesional los galardonados fueron Adriana Cárdenas Bonilla y Francisco Goycoolea Valencia, ambos pertenecientes al Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C. (CIAD) de Hermosillo, Sonora, por su trabajo sobre propiedades gelificantes de la peptina del nopal.

Otros de los asistentes a la ceremonia fueron el doctor Inocencio Higuera, director del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C.; el ingeniero Jerónimo Gutiérrez, vicepresidente y director del grupo técnico de Coca-Cola; la maestra en ciencias Angela Sotelo, de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México y presidenta del Jurado Calificador; la maestra en ciencias Dolores Cabrera, rectora de la Universidad Autónoma de Querétaro, y el ingeniero Raúl Portillo, subdirector de Asuntos Regulatorios y Ambientales de Coca-Cola. 

Nuevo mecanismo de incentivos fiscales a los empresarios que inviertan en investigación científica y desarrollo tecnológico

La Cámara de Diputados aprobó ayer por unanimidad una iniciativa de decreto, según el cual los empresarios mexicanos recibirán un incentivo fiscal del 30% de las inversiones que lleven a cabo en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico, pues la inexistencia de un marco adecuado de estímulos al sector productivo en este sentido ha propiciado un rezago en México respecto de otros países con los cuales decenios atrás mantenía una relación de competencia. Algunos indicadores describen la situación en que se encuentra nuestro país, misma que mediante la iniciativa aprobada por los diputados será posible empezar a cambiar en firme.

De las más de 700 mil patentes registradas en los Estados Unidos entre 1990 y 2000 por los diferentes países, dato indicativo del nivel tecnológico que han alcanzado, sólo un poco más de 500 fueron de mexicanos, y en cambio, Corea registró más de 17 mil. Asimismo, en materia de sistemas de calidad, de aproximadamente 2.8 millones de empresas mexicanas consideradas en el 2000, 99% tiene un nivel de competitividad calificado como emergente; menos de 3 400 cuentan con ISO-9000, 2 500 son exportadoras directas y menos de 300 llevan a cabo algún tipo de investigación y desarrollo tecnológico.

Un indicador que ilustra con gran claridad la posición que el sector productivo de México ocupa en materia de investigación y desarrollo tecnológico es el de la inversión en este terreno. Actualmente, los empresarios mexicanos participan del gasto en esta materia con un 24%; los brasileños lo hacen con un 40; los españoles con 50 y los coreanos con 73 por ciento.

Para que México recupere el terreno perdido es imprescindible que los empresarios

incrementen su inversión en actividades científicas y tecnológicas, de tal manera que para el año 2006 su participación sea de 40%. Para ello, la iniciativa aprobada por los diputados implica adicionar a la Ley del Impuesto sobre la Renta el artículo 163, presentado por las Comisiones Unidas de Hacienda y Crédito Público y de Ciencia y Tecnología.

Las empresas tendrán la oportunidad de invertir en investigación y desarrollo tecnológico con un incentivo fiscal del 30% pagadero contra cualquier impuesto federal, es decir, el Impuesto Sobre la Renta, el Impuesto al Valor Agregado o el Impuesto a los Activos Fijos. Así, de cien pesos que invierta un industrial va a recibir una ayuda de 30 por parte del gobierno federal. Esta decisión permitirá una apertura para que el sector empresarial emplee toda la calidad, la creatividad, la buena investigación y el desarrollo tecnológico que tiene nuestro país.

Con la aprobación de la iniciativa mencionada se coloca a México a la altura de Canadá, España, Brasil o Corea en materia de esquemas de fomento para el desarrollo tecnológico de las empresas, y este es el primer paso del gobierno federal para que la industria pondere adecuadamente la importancia de invertir en el conocimiento y en la modernización de sus procesos y productos, y se coloque a la vanguardia internacional. Asimismo, será posible lograr mejor aprovechamiento de los recursos públicos, para convertir a este sector de la economía en una variable estratégica, que coadyuve al desarrollo del país, ya que plantea la posibilidad de incrementar y hacer eficiente la participación del sector privado en el financiamiento del gasto en ciencia y tecnología del país.

La experiencia ha demostrado que los estímulos incorporados en el artículo 27-A de la

Ley del Impuesto sobre la Renta, el año de 1998 tuvieron un efecto muy limitado, pues resultaba problemático y complejo aplicar y definir las inversiones que son objeto de los beneficios a la investigación y desarrollo de tecnología, procediéndose a incorporarlos a partir del ejercicio fiscal de 1999 al capítulo de estímulos fiscales contenidos en el artículo 15 de la Ley de Ingresos de la Federación. A pesar de lo anterior, no se logró impulsar de manera importante la inversión productiva en este campo y apenas se ejerció el equivalente al 0.6 y 1.7% del monto total autorizado en los años de 1999 y 2000, respectivamente.

Las Comisiones Unidas de Hacienda y Crédito Público y de Ciencia y Tecnología consideraron necesario establecer en la Ley del Impuesto sobre la Renta, en el título cuarto de los estímulos fiscales, la opción de apoyar el gasto total en investigación y desarrollo de la tecnología que se realice en determinado ejercicio fiscal por parte de las empresas y no sólo el gasto incremental, con lo que se estaría otorgando mayor promoción a las inversiones en este amplio terreno.

Se consideró conveniente ubicar este incentivo en el capítulo específico de estímulos fiscales, debido a que se propone eliminar la aplicación del estímulo sobre el gasto incremental y aplicar tal incentivo sobre los gastos e inversiones totales efectuados dentro del ejercicio, quedando de la siguiente manera:

Artículo 163. Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes del Impuesto sobre la Renta por los proyectos en investigación y desarrollo tecnológico que realicen en el ejercicio, consistente en aplicar un crédito fiscal del 30%, en relación con los gastos e inversiones en investigación y desarrollo de tecnología, siempre y cuando dichos gastos e inversiones no

se financien con recursos provenientes del fondo a que se refieren los artículos 27 y 108, fracción VII de esta ley.

Es importante señalar que se consideran como parte de la investigación y el desarrollo de tecnología los gastos e inversiones realizados en territorio nacional, destinados directa y exclusivamente a la ejecución de proyectos propios del contribuyente, dirigidos al desarrollo de productos, materiales o procesos de producción que representen un avance tecnológico, de conformidad con las reglas generales que publique el Comité Interinstitucional a que se refiere la Ley de Ingresos de la Federación.

El monto total del estímulo fiscal a distribuir entre los aspirantes del beneficio, así como los requisitos que se deberán cumplir, serán los que contemple la Ley de Ingresos de la Federación en esta materia. En el 2001 el monto fue de 500 millones de pesos, cantidad considerada igualmente para el 2002, y los diputados juzgaron procedente que el Conacyt cuente con el voto de calidad en la determinación de los proyectos que podrán ser susceptibles de recibir dichos estímulos fiscales.

Debe destacarse que la aprobación de la iniciativa es fruto de un intenso trabajo realizado de manera conjunta y coordinada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados. Así sin distinciones políticas, 407 diputados de los diferentes partidos coincidieron en la trascendencia de aprobar este cambio en los estímulos al sector productivo del país y no se produjeron votos en contra ni abstenciones. ●

Se presentó en Querétaro el plan especial de ciencia y tecnología

El ingeniero Jaime Parada Avila, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), manifestó en la ciudad de Querétaro "Disponer de una política de Estado en Ciencia y Tecnología, para incrementar la capacidad científica y tecnológica del país, alcanzando una inversión en investigación y desarrollo del 1% del Producto Interno Bruto, así como elevar la competitividad y la innovación de las empresas, aumentando la participación del sector productivo a un 40% del esfuerzo en investigación y desarrollo, como objetivos estratégicos que se deben alcanzar para el 2006".

En el Club de Industriales de Querétaro, el funcionario del Conacyt presentó el Plan Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT), ante empresarios, académicos, investigadores y funcionarios gubernamentales, y agregó que para la aplicación de las estrategias se cuenta con varios instrumentos, como el propio PECyT, el Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica (SIICyT), el Sistema Nacional de Centros Públicos de Investigación, los incentivos fiscales, los fondos concurrentes y los fondos institucionales del propio consejo.

En su intervención, Parada Avila recalcó que la industria en México, para el 2006, deberá participar con el 40% del gasto nacional en ciencia y tecnología, destacando este que es el gran reto que le hemos puesto a las cámaras industriales y a los empresarios. Para ello, el gobierno federal proporcionará apoyos y estímulos muy importantes.

En días pasados se aprobó en la Cámara de Diputados un proyecto en el cual se otorgará a las empresas establecidas en México el 30% del incentivo fiscal de su gasto anual en inversiones y gasto de proyectos de investigación y

desarrollo, y para ellos se dispone de un presupuesto de 500 millones de pesos. Este incentivo estará administrado y evaluado técnica y científicamente por el Conacyt, cambio estructural muy importante que representa el reconocimiento por parte del Congreso de la necesidad de contar en México con una política de fomento a la competitividad, como lo han hecho otros países en el mundo.

Lo anterior, según manifestó el Director General del Conacyt; "es el primer paso que damos antes de que concluya el primer año de la administración del señor presidente Vicente Fox, y con ello se reafirma que hay la voluntad de que las empresas inviertan en investigación y desarrollo para su modernización. Adecuar las leyes de fomento para la investigación científica y hacerlas más efectivas, más ágiles y más completas es otro de nuestros objetivos, para lo cual debe darse al tema mayor jerarquía por parte del gobierno federal."

A fin de lograr este propósito, la próxima semana se discutirá en el Congreso de la Unión una iniciativa de ley que consiste en dar al señor Presidente el liderazgo para que, mediante un consejo de ministros, asesores y representantes del sector productivo y de la comunidad científica y académica, dicho consejo tenga en el ámbito federal la responsabilidad de efectuar la planificación nacional del tema de ciencia y tecnología con la participación de todos los sectores.

En este sentido se le otorgaría a Conacyt una nueva ley orgánica, como entidad no sectorizada, dependiendo de la Presidencia y de este Consejo, pues con esto contaríamos con una política de Estado en ciencia y tecnología, como uno de los primeros cambios estructurales importantes. ●

Sólo el conocimiento puede ayudar a México a salir de la pobreza

“México como país de mano de obra barata, se acabó y no tiene futuro, pues se encuentra en un punto crítico, debido a que pronto estaremos compitiendo con otros que también la ofrecen. El único futuro posible es por medio del conocimiento, porque solamente con aquellos productos y aquellas actividades que tengan valor agregado podremos mejorar, a la larga, el nivel de vida de la población”. Así lo estimó el doctor Alfonso Serrano Pérez-Grovas, director adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), durante la celebración del 30 aniversario del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) de Tonantzintla, Puebla, ante miembros de la comunidad científica y el gobierno del estado.

En la ceremonia presidida por el gobernador de dicha entidad, licenciado Melquiades Morales Flores, el doctor Serrano agregó que el desarrollo del país requiere de una política de ciencia y tecnología, y una política de Estado depende de la voluntad del Ejecutivo, de que los gobiernos de los estados y los gobiernos municipales se comprometan con el conocimiento, requieran de él y lo usen, y de que los empresarios inviertan en el conocimiento y realicen investigaciones de primer nivel.

El también titular del proyecto denominado Gran Telescopio Milimétrico añadió que las instituciones científicas como el INAOE están llamadas a realizar una labor de liderazgo para mejorar la calidad de vida de todos, por lo que deben desempeñar una gran labor a fin de cambiar este país y llegar al México que todos deseamos.

Durante su participación, el licenciado Melquiades Morales Flores señaló que su gobierno está comprometido con la ciencia y la

tecnología, por lo que invitó a las universidades, los centros de investigación y tecnológicos para que trabajen más en conjunto para el mejoramiento del país, y agregó que si bien México atraviesa por momentos difíciles, se debe de tomar en cuenta que sólo con una preparación académica y tecnológica adecuada se puede salir adelante.

En México hay talento para generar conocimiento de muy alto nivel, pero se debe trabajar más en la vinculación con la universidad, las empresas y los centros tecnológicos, de manera que la investigación se convierta en un patrimonio común y juntos podamos obtener mejores resultados.

Durante su participación, el doctor José Guichard Romero, director general del INAOE, comentó que este Instituto busca un desarrollo tecnológico muy importante, y si Guillermo Haro estuviera vivo se sentiría muy orgulloso de lo que se ha logrado en todo este tiempo. Asimismo, agregó que la inteligencia es el valor supremo del ser humano y desde hace 30 años el INAOE apuesta a ella, por lo que no hay

posibilidad de fallar. En este tiempo siempre se ha buscado la generación de conocimiento, mediante la producción de ciencia de primer nivel, la formación de recursos humanos y su contribución para solucionar los problemas nacionales.

Al término de la ceremonia se realizó la mesa redonda Presente y futuro de la ciencia en Iberoamérica, en la que participaron los doctores Francisco Sánchez, director del Instituto Astronómico de Canarias, España; Ramiro Jordán, investigador de la Universidad de Nuevo México; Alfonso Serrano Pérez Grovas, y José Guichard.

Durante la mesa redonda, todos los ponentes estuvieron de acuerdo en la necesidad del trabajo en conjunto, debido a que América Latina cuenta con todo lo necesario para competir con las grandes potencias mundiales, pero para ello se necesita que todos lo realicen unidos, compartiendo sus aciertos y errores.

Al final se realizó la ceremonia de graduación de 41 maestros y 21 doctores del INAOE. 🌟



Percepción pública de la biotecnología agrícola en México

La opinión pública respecto a los cultivos y alimentos transgénicos se encuentra polarizada en nuestro país. Por un lado, las organizaciones no gubernamentales (ONG's) no ven potencial alguno en la biotecnología y sí muchos riesgos ambientales, en tanto que los representantes de organismos gubernamentales, del poder Legislativo, del sector privado, de la academia y de las organizaciones internacionales, muestran una actitud más moderada sobre el tema.

Lo anterior se desprende del estudio denominado Percepción pública de la biotecnología agrícola en México, realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro para el Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard (CID) y la Universidad Autónoma Metropolita-

na, cuyos resultados indican que los actores políticos de México observan un potencial significativo en la biotecnología agrícola para mejorar las condiciones del campo mexicano. La mayoría de los encuestados piensa que la sequía es el problema principal en el sector agrícola y que la biotecnología tiene la capacidad de resolverlo. También consideran menores los riesgos de los alimentos transgénicos para la salud humana y esperan que el maíz producido por este sistema contribuya a la seguridad alimentaria en América Latina.

El estudio añade que la legislación relativa a los organismos genéticamente modificados es insuficiente y los encuestados están en favor del etiquetado obligatorio, aunque dudan de que la regulación sea efectiva. Además, temen que los asuntos relativos a un sistema ineficiente de comercialización impidan que los productores en áreas marginales aprovechen los cultivos de alimentos modificados. Por ello, la investigación recomienda mantener un diálogo orientado en mayor medida al consenso, considerando los resultados científicos sobre los riesgos y beneficios en esta materia y sus impactos sociales potenciales.

Para esta investigación se consultó a organismos no gubernamentales nacionales e internacionales, asociaciones de productores y consumidores, partidos políticos, Iglesia, prensa, academia, gobierno, y el Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). 

Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica

Para estimular a los investigadores tecnológicos de los centros y núcleos de investigación aplicada u organismos científicos públicos, privados, académicos o empresariales que hayan utilizado conocimientos nuevos o que los hayan incorporado al desarrollo de productos novedosos que generen efectos benéficos para la sociedad, se entregará el Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica.

Los aspirantes al Premio presentaron en la página web de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, A.C., (ADIAT), o en las oficinas de esta institución, una descripción clara y bien estructurada de la innovación puesta a concurso, la cual debió haber sido introducida al mercado o a las líneas de producción, entre enero de 1998 y la fecha de inscripción.

El jurado calificador, conformado por siete miembros y encabezado por el Presidente de la Junta de Honor de ADIAT, consideró como parámetros básicos de evaluación el grado de innovación y aportación tecnológica, el impacto económico y la aplicabilidad en el sector productivo, y también tomó en cuenta el factor ecológico, el efecto social en México y la relevancia científica. Quien obtenga el primer lugar se hará merecedor a una estatuilla, 150 mil pesos y diploma, en tanto que el ocupante del segundo lugar recibirá una estatuilla, 50 mil pesos y diploma, y quien ocupe el tercer sitio será reconocido con una estatuilla y diploma. Eventualmente, también se entregarán diplomas a los trabajos considerados sobresalientes, aún cuando no hayan calificado para los tres primeros lugares.

El dictamen del jurado calificador será inapelable y se dará a conocer a las instituciones participantes durante el mes de marzo de 2002. El premio se entregará en una ceremonia especial durante el Congreso Anual 2002 de ADIAT. 

Nuevos hallazgos y nuevas preguntas sobre el cráter de Chicxulub

Hace 65 millones de años cayó un objeto celeste en lo que hoy es Chicxulub, puerto de Yucatán, y causó la extinción de más de la mitad de las especies. Actualmente, se ha descubierto que este hecho se relaciona con la existencia de uno de los campos petrolíferos más grandes del mundo y que, probablemente, el objeto que se impactó en la Tierra no era un asteroide sino un cometa.

En la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, como participantes de las Jornadas Académicas del Posgrado, los doctores Arcadio Poveda, Jaime Urrutia, Dante Morán, Francisco Vera Vega y Gerardo Sánchez Rubio, dieron su punto de vista sobre este tema, y el doctor Dante Morán Centeno, director del Instituto de Geología, se refirió a la relación del cráter con los yacimientos petroleros, en especial el de Cantarel, que según estimaciones cuenta con reservas de 10 mil millones de barriles de petróleo y es uno de los campos gigantes de reservas de crudo en el mundo.

El propio doctor Morán afirmó que el año pasado, en la revista *Geology*, la de mayor circulación en el área de geociencias, se publicó que las rocas almacenadoras de petróleo existentes en el sureste de México y los grandes campos, incluido Cantarel, donde radica el potencial petrolero de nuestro país, estaban relacionados con Chicxulub. Y señaló que hace 60 millones de años, la península de Yucatán, Chiapas y Veracruz, se encontraban por debajo del nivel del mar, porque en el cretácico medio el nivel del mar subió entre 100 y 200 metros, como resultado de un periodo de clima muy cálido.

Hacia el cretácico superior, se inició la "regresión marina", es decir, comenzó a bajar el nivel de los océanos. Luego, entre el cretácico y el terciario, en lo que se conoce como límite K/T,

vino el choque del objeto celeste, cuyo impacto causó que se formara una capa fina de arcilla con presencia anómala de iridio (metal poco común en la corteza terrestre, pero frecuente en asteroides y cometas), que es delgada en todo el mundo (centímetros), pero que en México se vuelve más gruesa (varios metros).

Además señaló que a 300 kilómetros de distancia del cráter hay depósitos de rocas fragmentadas llamadas brechas, que en el subsuelo marino de Campecha alcanzan más de 300 metros de espesor, y para que se forme determinado yacimiento, se necesita una roca generadora con altas proporciones de materia orgánica. Si esta roca se calienta, el aceite migra a las capas superiores por diferencia de densidad, y en este caso, si no existiera una "trampa", el petróleo saldría como manantial a la superficie. Dicha trampa, formada de material fragmentado a causa del choque, propició que el petróleo quedara atrapado. Morán afirma que: "Sin el impacto no tendríamos tal cantidad de petróleo porque no se hubiera formado la roca almacenadora ni el sello", y del mismo modo menciona que el 70% del petróleo que se saca de Cantarel proviene de las capas de brecha formadas en el límite K/T, y hasta ahora se han obtenido más de seis millones de barriles.

El doctor Poveda, investigador emérito del Instituto de Astronomía, explicó que todos los cuerpos del sistema planetario, con superficies sólidas y sin protección atmosférica ni fenómenos de erosión o tectónicos, muestran cráteres de impacto. Tal es el caso de la Luna, de Mercurio y de varios de los satélites de nuestro sistema planetario, pues incluso los propios asteroides muestran dichos cráteres de impacto.

En la Tierra, los meteoritos caen todo el tiempo de múltiples tamaños, aunque los más frecuentes son los más pequeños; sin embargo,

de vez en cuando chocan objetos mayores, y en el proceso de choque, los asteroides se fragmentan y algunos pedazos cambian de órbita, se salen por el cinturón y cruzan la órbita de la Tierra; Así, surgen los potenciales "impactadores" de nuestro planeta, y alguno de ellos pudo ser causante del cráter de Chicxulub. También los cometas cruzan la órbita terrestre y pueden chocar: "Si se examina con cuidado la probabilidad de impacto de asteroides grandes y los cometas, es más probable la colisión con los segundos", afirmó el doctor Poveda.

Para cráteres de más de 100 kilómetros, como el encontrado en la península de Yucatán, los astrónomos universitarios, basándose en la probabilística, han determinado que hasta por un factor de 10 al menos, es más posible que se haya tratado del impacto de un cometa y no de un meteorito, y se estima que el diámetro del objeto fue de 10 kilómetros de diámetro, en caso de tratarse de un meteorito, y de 14 a 16 kilómetros en caso de que haya sido un núcleo cometario, viajando a una velocidad de 30 kilómetros por segundo. La energía que liberó el choque fue equivalente a 10 mil veces la contenida en todos los arsenales nucleares del planeta.

El doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, director del Instituto de Geofísica, mencionó que impactos como el de Chicxulub son extremadamente raros, hasta el punto, de que, posiblemente, se trate el mayor en los últimos 1 500 millones de años no sólo en la Tierra sino en todo el sistema solar interior (de Mercurio a Marte). asimismo aclaró que las huellas de tales impactos no se conservan, debido a la evolución tectónica y los procesos de erosión; sin embargo, la de Chicxulub se conserva casi intacta, porque se formó en una plataforma carbonatada somera y a partir de entonces se cubrió por sedimentos que la protegieron de la

erosión. Además, en Yucatán no hay deformación tectónica ni volcánica, pues la mitad del cráter está en tierra y la otra mitad en el mar.

Por su parte, el doctor Francisco Vera Vega, investigador del Instituto de Geología, sostuvo que se cree que hace 60 millones de años se extinguió el 50% de las especies, entre ellas la de los dinosaurios, pero a pesar de ser la más famosa, esa extinción no ha sido la más contundente, pues en el triásico, entre el paleozoico y el mesozoico desapareció el 90% de las especies, y agregó que en Chicxulub se liberó una de las descargas de energía más impresionantes en la historia del sistema solar. Se formaron maremotos que devastaron las regiones costeras y se adentraron varios kilómetros en los continentes. La evaporación de agua y roca, los terremotos de altas magnitudes, la distribución global de la eyecta, los incendios globales, la lluvia ácida y otros factores afectaron la biota de inmediato y a lo largo de un decenio.

Los dinosaurios desaparecieron por completo, junto con los amonites; en cambio, otros organismos como los erizos de mar sobrevivieron en un 71%, los bivalvos en 92%, y casi la mitad de fitoplancton y una porción muy pequeña del zooplacton también dejaron de existir.

Por último, el doctor Gerardo Sánchez Rubio, investigador del Instituto de Geología, señaló que en México hay 54 meteoritas metálicas y 34 pétreas, 88 en total, pero la mayor parte de este material no se encuentra en colecciones mexicanas, sino en el extranjero. ●

El corredor biológico mesoamericano

El secretario ejecutivo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Jorge Soberón Mainero, dijo que el Corredor Biológico Mesoamericano de México, proyecto de dicha comisión, pretende conservar la variedad de la vida, incluidos los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de que forman parte, la diversidad entre las especies y la que existe dentro de cada una de ellas, y agregó que este proyecto se llevará a cabo con un financiamiento del Global Environmental Facility (GEF) por 14.84 millones de dólares, los cuales se distribuirán entre más de 120 comunidades, para realizar diversas actividades durante un periodo de siete años de trabajos.

El proyecto se efectuará en dos fases en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán, e involucrará a los gobiernos federal, estatales y municipales, a organizaciones no gubernamentales y sociales, además de la iniciativa privada e instituciones académicas. Soberón Mainero recordó que hace dos años se inició la fase preparatoria del proyecto, en la cual hubo talleres y procesos de consulta, en los que participaron organizaciones no gubernamentales locales, productores, gobierno y académicos. El resultado de estos talleres es el diseño previo del corredor, y: "En la actualidad estamos tratando de echarlo a andar", aseveró.

Por su parte, Gustavo Ramírez, director del Corredor Biológico Mesoamericano en México, explicó que la idea del programa es construir un esquema más amplio, incluyente y participativo, donde los diferentes actores de la sociedad, las

comunidades, el gobierno y la iniciativa privada cooperen en la construcción de un bien, es decir, la conservación de la biodiversidad. El objetivo es lograr dicha conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en cinco corredores biológicos del sureste de México, integrando criterios de conservación en programas gubernamentales y en las prácticas locales de planeación y desarrollo.

Ramírez afirmó que los gobiernos, las instituciones académicas y las organizaciones no gubernamentales están rebasadas y, por ello, la única forma posible de atacar el problema es un esquema colectivo.

Los corredores biológicos surgieron como un mecanismo que procura brindar mayor viabilidad a la conservación de especies que se encuentran en las áreas silvestres, y el desplazamiento de individuos de un área protegida a otra, o entre uno y otro fragmentos del ecosistema. Con ello se posibilitan tanto las migraciones de los individuos de una especie, como el flujo de material genético entre poblaciones aisladas de la misma especie. El corredor es una franja entre áreas naturales protegidas, y constituye un instrumento de conservación y manejo de recursos naturales, mediante proyectos de desarrollo sustentable en las áreas focales de integración de criterios de conservación.

Desde 1989, en prácticamente todos los países, se han estado elaborando estudios y desarrollando proyectos para crear corredores biológicos que conecten las áreas protegidas existentes, tanto públicas como privadas. ●



Los organismos genéticamente modificados representan un enorme adelanto tecnológico

De manera contraria a lo que muchos piensan, varios países en desarrollo podrían cosechar grandes beneficios de los alimentos, los cultivos y los organismos genéticamente modificados, apunta el Informe sobre Desarrollo Humano de la Organización de las Naciones Unidas 2001.

Si bien el documento reconoce que podría haber riesgos ambientales y de salud que es necesario abordar, en él se destaca el singular potencial de las tecnologías de modificación genética para crear cultivos resistentes a los virus y a las sequías y con mayor valor nutritivo. Esos cultivos podrían reducir notablemente la desnutrición que afecta a más de 800 millones de personas en todo el mundo y serían especialmente valiosos para los agricultores pobres que trabajan en tierras marginales.

El informe exhorta a incrementar en forma sustancial las inversiones públicas en investigación y desarrollo, a fin de asegurar que la tecnología biológica satisfaga las necesidades agrícolas de los pobres del mundo, por lo que es urgente desarrollar nuevas variedades de mijo,

sorgo y mandioca, alimentos básicos de las personas de bajos recursos en muchos países en desarrollo.

En el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, junto con el gobierno japonés, se trabaja para desarrollar nuevas variedades de arroz, con rendimientos superiores a un 50%, que maduran de 30 a 50 días antes, tienen un contenido proteínico sustancialmente mayor, son más resistentes a las enfermedades y a la sequía, a las plagas e insectos, e incluso pueden predominar sobre las malezas y serán más útiles debido a que es posible cultivarlas sin fertilizantes ni herbicidas, sustancias que muchos agricultores no pueden costear.

Si bien, durante tres años se han estancado en Europa las ventas de maíz, tomates, patatas y algodón genéticamente modificados, debido a los temores sobre posibles riesgos para la salud y el ambiente, el documento señala que es posible controlar los riesgos de los organismos genéticamente modificados, pero que los países en desarrollo, en su mayoría, necesitarán ayuda para lograrlo. 🌐

Otorgan premio al estudio sobre alga verde-azul

Científicos de la universidad New South Wales de Australia fueron galardonados con el premio Eureka para la investigación científica, por el desarrollo de un sistema rápido y efectivo de identificación de la cianobacteria tóxica, mejor conocida como alga verde-azul, para agilizar el proceso de purificación del agua que se suministra a la población, informó el rotativo *Science@UNSW*.

El director del proyecto, doctor Brett Neilan, de la Escuela de Microbiología e Inmunología, de dicha universidad, hizo una clasificación de las variedades y las diferencias en los tipos de la cianobacteria en cuanto a su flora para determinar su toxicidad. La investigación es sumamente importante, porque proporciona el primer acercamiento para distinguir entre una buena oxigenación producida por una bacteria benéfica o una bacteria tóxica.

La manera tradicional de estudiar las algas verde-azules sólo revela la toxicidad después de que éstas fueron descargadas en el agua y cuando es demasiado tarde para hacer algo. Esta investigación proporciona un método mejor para identificar los problemas con las algas antes de que sean introducidas en el agua potable.

El investigador comentó que, en Australia, el agua potable es barata y de alta calidad, por lo que procesos de este tipo ayudan a garantizar la salud de los habitantes y agregó; "Estoy emocionado por recibir este premio y deseo que los australianos puedan apreciar esta investigación que mantendrá el estándar de vida." 🌐

Aprovechamiento del agua salina del mar muerto en la fabricación de fertilizantes

Por medio del aprovechamiento del agua salina del Mar Muerto, investigadores israelíes extraen potasa, un elemento clave en el desarrollo de fertilizantes, que junto con el nitrógeno y el fósforo, ayuda al crecimiento de las plantas. Así, de acuerdo con la revista *Facetas de la economía israelí*, los expertos colocan sal adicional en las bateas de producción que ya contienen agua con una alta salinidad, y con ello consiguen que la concentración de potasa aumente de 2 a 23%. Estos fertilizantes son altamente solubles y se adaptan a una gran variedad de plantas y cultivos.

Además, de lo anterior, un equipo moderno de explotación y nuevas tecnologías introducidas en los últimos años han traído como resultado materiales más finos y mejores precios para el fosfato en bruto y empresas israelíes han desarrollado una variedad de pesticidas y herbicidas así como métodos biológicos de control y no químicos. Se producen grandes cantidades de bromuro metílico y formalina para desinfectar el terreno, y también se han elaborado detergentes favorables al ambiente, que cubren las hojas, creando una barrera entre los parásitos y la hoja, sin dañarla.

Otros productos son los fungicidas, destinados a evitar la putrefacción de las uvas,

las sustancias químicas para combatir las plagas en los frutos cítricos y el moho en la vid.

En la actualidad, Israel exporta a todo el mundo tanto fertilizantes listos para el uso como materia prima para su manufactura, además de fertilizantes de follaje de fosfato de potasio, sulfuro de potasio y fosfato de potasio nitrogenado que se fabrican localmente. ☀

Las nuevas tecnologías fundamentales para combatir la pobreza en el mundo

La tecnología de la información y las comunicaciones así como la tecnología biológica pueden aportar importantes contribuciones a la reducción de la pobreza en todo el mundo, señala el Informe sobre Desarrollo Humano 2001, presentado recientemente por la Organización de las Naciones Unidas.

En el documento se explica que las tecnologías médicas de avanzada ya han elevado rápida y espectacularmente la esperanza de vida, incluso en países que carecen de infraestructura de servicios de salud. Por ejemplo, una nueva terapia de rehidratación oral y vacunas mejoradas redujeron en unos tres millones el número de defunciones causadas por las principales enfermedades de la infancia en los países pobres.

Además, el desarrollo de vacunas contra el VIH, el paludismo, la tuberculosis, y padecimientos menos conocidos, como la enfermedad del sueño y la ceguera fluvial, también podrían salvar cada año las vidas de millones de personas en los países en desarrollo. El informe agrega que la tecnología de la información y las comunicaciones también puede tener grandes efectos sobre el desarrollo, debido a que posibilita superar las barreras de aislamiento

social, económico y geográfico, aumenta el acceso a la información y la educación, y hace posible que los pobres participen en mayor medida en decisiones que afectan sus vidas.

Sin embargo, también se explica que muchas de las más importantes oportunidades tecnológicas para los pobres se han perdido, debido a la ausencia de demanda en el mercado y a la insuficiencia de financiamiento publicitario. Los creadores de tecnologías en el sector privado, se señala en el informe, responden a las necesidades de los mercados. En consecuencia, sólo 10% de la investigación sobre salud en todo el mundo se centra en las enfermedades que constituyen el 90 por ciento de la carga mundial. Por ejemplo, en 1998 el gasto mundial en investigación sobre salud ascendió a 70 mil millones de dólares, pero de esa suma sólo 300 millones de dólares se destinaron a las vacunas contra el VIH/SIDA y unos cien millones de dólares, a la investigación sobre el paludismo.

Por lo anterior, el informe concluye que también se está postergando la investigación sobre temas de agricultura y energía, que corresponden a las necesidades concretas de los países en desarrollo. ☀

Rita Angulo Villanueva, autora del artículo “Determinación social de los currículos en geología”, nació en la ciudad de México en 1953. Es profesora de educación básica por la Escuela Nacional de Maestros, licenciada en pedagogía y, especialista en docencia para la educación superior por el Centro de Estudios para la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como maestra en Pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras (FFL) de la UNAM, y actualmente estudiante de doctorado en la misma institución, en donde lleva a cabo la investigación denominada Estructura conceptual científico-didáctica de los geólogos como parámetro para la modificación continua de los contenidos. Ha sido profesora de asignatura del Colegio de Pedagogía de la propia FFL y, desde 1987, profesora-investigadora titular de tiempo completo en la Escuela Regional de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Guerrero, donde también es profesora con perfil deseable PROMEP y cuenta con el reconocimiento de la beca al desempeño académico otorgada por esta institución. La maestra Angulo ha sido directora del proyecto Caracterización de la práctica profesional del geólogo. Un discurso profesional, en el Sistema Regional de Investigación Benito Juárez (SIBEJ); asimismo, actualmente dirige el proyecto La Readeacuación continua de los contenidos. Una alternativa al problema metodológico del diseño curricular.

José H. Ávila Flores, coautor del artículo “Ordenamiento ecológico del Distrito Federal”, nació en la ciudad de México en 1970. Obtuvo la licenciatura en ecología por la Universidad del Valle de México, y ha trabajado como asistente de investigador en el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para diversos proyectos de índole ambiental, con énfasis en los sistemas de información geográfica y sensores remotos; actualmente labora en el área de dichos sistemas, tanto en la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del gobierno del Distrito Federal, como en el Registro Agrario Nacional.

Iván Azuara Monter, autor del artículo “Ordenamiento ecológico del Distrito Federal”, nació en la ciudad de México en 1962. Es egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde realizó la licenciatura en biología, así como la maestría y el doctorado en ecología y ciencias ambientales. Ha llevado cursos especializados en modelación matemática, así como en sistemas de información geográfica, y ha trabajado en el Instituto de Ecología de la UNAM, en el área de estos sistemas y teledetección. Durante la LVI Legislatura, fue secretario técnico de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República; fungió como director ejecutivo de Ordenamiento Ecológico de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo rural del Gobierno del Distrito Federal, y actualmente colabora en la Comisión Nacional Forestal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Jorge Becerra Palomo, autor del artículo “Medición del nivel de líquidos”, nació en Jaumave, Tamaulipas, en 1958. Es ingeniero en comunicaciones y electrónica por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y candidato a la maestría en ciencias de ingeniería eléctrica, con especialidad en técnicas de control. Ha desarrollado sistemas, equipos e instrumentos para medición, adquisición, procesamiento de datos y control en la industria petrolera, mimos que se aplican en pozos productores e instalaciones de producción. Es autor de artículos sobre diversos temas, como el desarrollo de un sistema *simpp-plt* para pruebas de pozo, y otro de pruebas de pozo con medición multifásica, así como sobre aplicaciones generales de la energía solar, fundamentos teóricos y prácticos de medidores magnéticos de flujo, sistema integrales de medición y de adquisición de datos y de pozos, desarrollo de terminales gráficas.

Miguel Ángel Casillas Alvarado, coautor de la reseña “Una historia de la UAM. Sus primeros veinticinco años”, realizó estudios de licenciatura en sociología, con mención honorífica en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la maestría de educación, en el Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), y el doctorado en sociología, con mención *très honorable*, en la École des Hautes Études en Sciences Sociales de París. Ha sido profesor invitado en las universidades de Sinaloa, Puebla, Hidalgo, Sonora y Veracruz, entre otras, y es autor de varios artículos; también ha participado en los comités editoriales de revistas como *Foro Universitario*, *Fin de siglo*, *Universidad Futura* y *El laberinto Urbano* y es coautor de tres libros, *Académicos: un botón de muestra*, *Una historia de la UAM* y *Los rasgos de la diversidad: un estudio sobre los académicos mexicanos*, todos publicados por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Actualmente es profesor-investigador titular “C” definitivo de tiempo completo en el Departamento de Sociología de dicha casa de estudios.

Alejandra Cruz Martínez, coautora del artículo “¿Qué es lo que realmente sabemos de la inteligencia emocional?”, es egresada de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en donde obtuvo su licenciatura, especializándose en el control y manejo del estrés, así como en el uso terapéutico de la retroalimentación biológica en pacientes con padecimientos crónico-degenerativos. En 1998 participó como investigadora en los proyectos Emotion, Disclosure and Health with Adults and Children (CONACYT-NSF), El papel de la inteligencia emocional en el desempeño académico de estudiantes de la ESIME Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional (IPN), y el denominado Impacto humano del fenómeno El Niño. Ha participado en diversos congresos nacionales referentes a la psicología, y es autora del libro

Manual para el taller teórico práctico: manejo del estrés, editado por la UNAM.

Benjamín Domínguez Trejo, coautor del artículo “¿Qué es lo que realmente sabemos de la inteligencia emocional?”, nació en la ciudad de México en 1947. Es doctor en psicología general experimental por la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución en la que ejerce como profesor titular “C” definitivo de tiempo completo desde 1971 y donde fungió como coordinador del Centro de Servicios Psicológicos, entre 1993 y 1997. 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 posteridad 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, con el patrocinio de la National Science Foundation. Actualmente lleva a cabo el proyecto de investigación, desarrollo y uso de tecnología no invasiva para la medición de la actividad psicofisiológica vinculada a padecimientos crónico-degenerativos. Entre sus publicaciones más recientes destaca un capítulo del libro *Compartiendo experiencias de terapia con hipnosis*, editado por el Instituto Milton Erickson de México, y denominado “Escribiendo sus secretos. Promoción de la salud mental empleando técnicas no invasivas antiguas con enfoques contemporáneos”, así como diversos capítulos para revistas especializadas en psicología.

Óscar Flores Solano, autor de la reseña del libro *Chalchihuite. Homenaje a Doris Heiden*, nació en 1976 en la ciudad de Puebla. Es licenciado en ciencias de la comunicación por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), con especialidad en relaciones públicas. Ha participado en diversos seminarios de apreciación cinematográfica, videoarte y arte acústico y también ha publicado cuentos en el periódico *Síntesis* de la ciudad de Puebla, así como diversos artículos en revistas universitarias, entre los cuales se encuentran: “¿Cómo contribuyen los medios masivos de comunicación a construir la hegemonía de un grupo en el poder?”, y “El cine como grupo de presión”. Además, ha escrito varias reseñas de libros como *Homo Videns*, de Giovanni Sartori, *Premisas, objetos y medios foráneos de investigación sobre comunicación en América Latina*, de Luis R. Beltrán, *Mientras agonizo*, de William Faulkner, e *Imagen y palabra*, de María Eugenia Guerra.

Leopoldo Galicia Sarmiento, autor del artículo “Relaciones planta-suelo- materia orgánica”, nació en la ciudad de México en 1966. En 1992 obtuvo la licenciatura en geografía en el Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); es doctor en ecología por el Instituto de Ecología de la propia UNAM. Llevó a cabo estudios como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y desde 1997 pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) como candidato a investigador. Ha publicado ocho artículos sobre la conservación del suelo y el agua en revistas especializadas, nacionales y extranjeras, y actualmente imparte los cursos de ecología y conservación de los recursos naturales en el Colegio de Geografía de la UNAM, además de ser investigador asociado “C” en el Instituto de Geografía de la misma institución, donde desarrolla la línea de estudio relativa a la dinámica de la materia orgánica del suelo y ciclaje de nutrientes en ecosistemas templados.

Óscar M. González Cuevas, coautor de la reseña del libro *Una historia de la UAM. Sus primeros veinticinco años*, obtuvo el título de ingeniero civil en la Universidad de Yucatán y los grados de maestría y doctorado en ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesor investigador en el Departamento de Materiales de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Azcapotzalco, y tutor en el doctorado interinstitucional de Educación, en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Fue rector general de la UAM de 1985 a 1989, y anteriormente de la Unidad Azcapotzalco y director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Sus áreas de interés en investigación son la ingeniería estructural y la planeación y administración de la educación superior.

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

Mina Konigsberg Fainstein, autora del artículo “Apoptosis; suicidio o crimen perfecto”, nació en la ciudad de México en 1965. Obtuvo la licenciatura y la maestría en biología experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa (UAM-I) y, actualmen-

te realiza estudios doctorales en la misma institución, bajo la tutoría del doctor Alejandro Zentella del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el proyecto denominado El papel de Bcl-2 en la protección de daño al ADN por estrés oxidativo: un modelo de envejecimiento. Es profesora titular A de tiempo completo en el Departamento de la Salud de la UAM y dirige el laboratorio de Bioenergética, donde se realizan investigaciones relacionadas con el envejecimiento y la senescencia celular. Gran parte de sus intereses siempre se ha vinculado siempre con la docencia y la divulgación de la ciencia, por lo que cuenta con varios artículos de esta índole, con un libro de texto titulado *Bioenergética de la cadena respiratoria mitocondrial*, y dos manuales de prácticas, uno sobre biofísica y otro sobre química general, los tres últimos, ganadores del concurso para la elaboración de libros de texto de la UAM. En 1993 y 1998 fue distinguida con el premio a la docencia, otorgado por esa misma casa de estudios.

Correo electrónico: mkf@xanum.uam.mx

Romualdo López Zárate, autor de la reseña "Una historia de la UAM. Sus primeros veinticinco años", es licenciado en sociología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), maestro en ciencias por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), y actualmente se encuentra cursando el doctorado en educación en la UAA. Ha escrito varios artículos sobre educación superior en diversas revistas nacionales, y es coautor del libro *Una historia de la UAM*. Ha ocupado diversos cargos académico-administrativos en la propia Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y en la Secretaría de Educación Pública. Actualmente es profesor titular en el área de Sociología de la UAM, unidad Azcapotzalco.

Yolanda Olvera López, autora del artículo "¿Qué es lo que realmente sabemos de la inteligencia emocional?", obtuvo su licenciatura en psicología experimental por la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y su maestría en ciencias por el PESTyC del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y actualmente es profesora e investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Culhuacán del IPN. Entre sus publicaciones más recientes se encuentran los artículos "Case Study of Chronic Opioid Addiction, Disclosure Emotion and Health", "Lo que sabemos y lo que necesitamos averiguar sobre el potencial terapéutico de las técnicas psicológicas en el tratamiento del dolor crónico y el estrés", y "La importancia de sentirse mal"; así como el *Manual para el taller teórico o práctico: manejo del estrés*, editado por la UNAM.

Arturo Ramírez Hernández, coautor del artículo "Ordenamiento ecológico del Distrito Federal", nació en la ciudad de México en 1964. Obtuvo su licenciatura en biología en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y ha publicado diversos artículos de divulgación, trabajando en análisis ambientales en el Instituto de Ecología de la propia UNAM, así como en el sector público. Durante el periodo anterior fue director del área de Uso y Destino del Suelo en la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Gobierno del Distrito Federal, y actualmente presta sus servicios en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología de nuestra máxima Casa de Estudios.

Juan Carlos Raya Pérez, autor del artículo "Las drogas, la mente y el cerebro", nació en 1963 en Manuel Villalongín, Michoacán. 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 las plantas.

María Eugenia Raya Pérez, coautora del artículo "Las drogas, la mente y el cerebro", es médica cirujana y partera, egresada del Instituto Politécnico Nacional. Realizó el internado en el Hospital General del Instituto Mexicano del Seguro Social en Tapachula, Chiapas, su servicio social en la Clínica Regional de la Secretaría de Salud de Tequisquiapan, Querétaro y trabajó como médico rotatorio en el ISSEMYM en el Estado de México. Actualmente se encuentra adscrita a una clínica privada de tratamiento de adicciones.

Onofre Rojo Asenjo, coautor del artículo "¿Qué es lo que realmente sabemos de la inteligencia emocional?", es egresado (PHD) de la Universidad Estatal de Louisiana y ha sido profesor visitante en la Universidad del Norte de Texas y en la Universidad de España. Es profesor e investigador de física en los campos de Física nuclear y superconductividad, así como en el Proyecto de Estudios Sociales, Tecnológicos y Científicos (PESTYC) y el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) y ha incursionado en problemas epistemológicos de la física y de las Humanidades. El doctor Rojo pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SIN) nivel II desde 1984 y es autor de varias publicaciones, tanto nacionales como del extranjero.

Esperanza Verduzco Ríos, coautora del artículo “¿Qué es lo que realmente sabemos de la inteligencia emocional?”, es licenciada en filosofía por la Universidad Iberoamericana y maestra en metodología de la ciencia por el Proyecto de Estudios Sociales, Tecnológicos y Científicos (PESTYC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Actualmente es profesora-investigadora del PESTYC y de la ESIME del IPN, unidad Culhuacán.

José Antonio Villalón Berlanga, autor del artículo “El código genético y la secuencia de nucleótidos”, nació en Ciudad Valles, San Luis Potosí, en 1964. Se graduó como biólogo en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa y obtuvo su maestría en ciencias, con especialidad en Genética, en el Colegio de Postgraduados. Ha sido profesor del nivel medio superior en planteles de la DGETI, DGETA y el Colegio de Bachilleres, profesor investigador en la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, en Dolores Hidalgo, Guanajuato, de 1995 a la fecha, desempeñándose también como subdirector de Proyectos de Investigación. Actualmente se encuentra a cargo de la Unidad de Planeación y Desarrollo Institucional, así como del Laboratorio de Biotecnología, donde es responsable del proyecto Micropropagación de especies de importancia regional, financiado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG). Además, el maestro Villalón ha organizado e impartido varias conferencias y cursos sobre genética y biología molecular.

Alejandro Zentella Dehesa, coautor del artículo “Apoptosis: suicidio o crimen perfecto”, nació en la ciudad de México, en 1957. Obtuvo la licenciatura en biología experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa y el doctorado en bioquímica en la Universidad Rockefeller, de Nueva York, bajo la dirección del doctor Anthony Cerami. Realizó su entrenamiento posdoctoral bajo la dirección del Dr. Joan Massagué en el Memorial Sloan Kettering Cancer Center de los Estados Unidos, mediante una beca de la fundación Howard Huges. Actualmente es Investigador Titular A de tiempo completo en el Departamento de Biología Celular del Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde tiene un laboratorio a su cargo, cuyas líneas de investigación se relacionan con mecanismos de transducción del factor de necrosis tumoral, apoptosis y activación endotelial. Cuenta con 18 publicaciones internacionales y posee un total de 2 200 citas en la literatura internacional. Ha publicado seis capítulos de libros y más de 10 ediciones nacionales con objetivos de divulgación sobre temas generales de bioquímica y biología celular. Su preocupación por la bioquímica lo ha llevado a formar parte del comité editorial del Boletín de Educación Bioquímica desde 1994 a la fecha y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Correo electrónico azentell@ifisiol.unam.mx



Fe de erratas

Sin duda las erratas son la lepra de los textos y desgarran el cuerpo de los impresos cuando se exhiben sin recato en la publicación. Los erratones, sin embargo, son impúdicos asesinos del sentido, destruyen rabiosos los creativos testimonios del lenguaje, tal es el caso del gazapo aparecido en el número 160 (septiembre-octubre) de nuestra revista, en el artículo “Los efectos ocultos de la introducción de carpas en lagos”, del autor Luis Zambrano, el cual en la página 23, en el párrafo intitulado La carpa como presa, dice: “...pero en su etapa adulta, la carpa sólo es depredada por grandes carnívoros de especies marinas, mamíferos y aves acuáticas.”

En cambio debería decir: “...pero en su etapa adulta, las carpas sólo son depredadas por grandes carnívoros: peces, mamíferos y aves acuáticas.”

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:

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 disquete 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 (disquete 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.
- 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