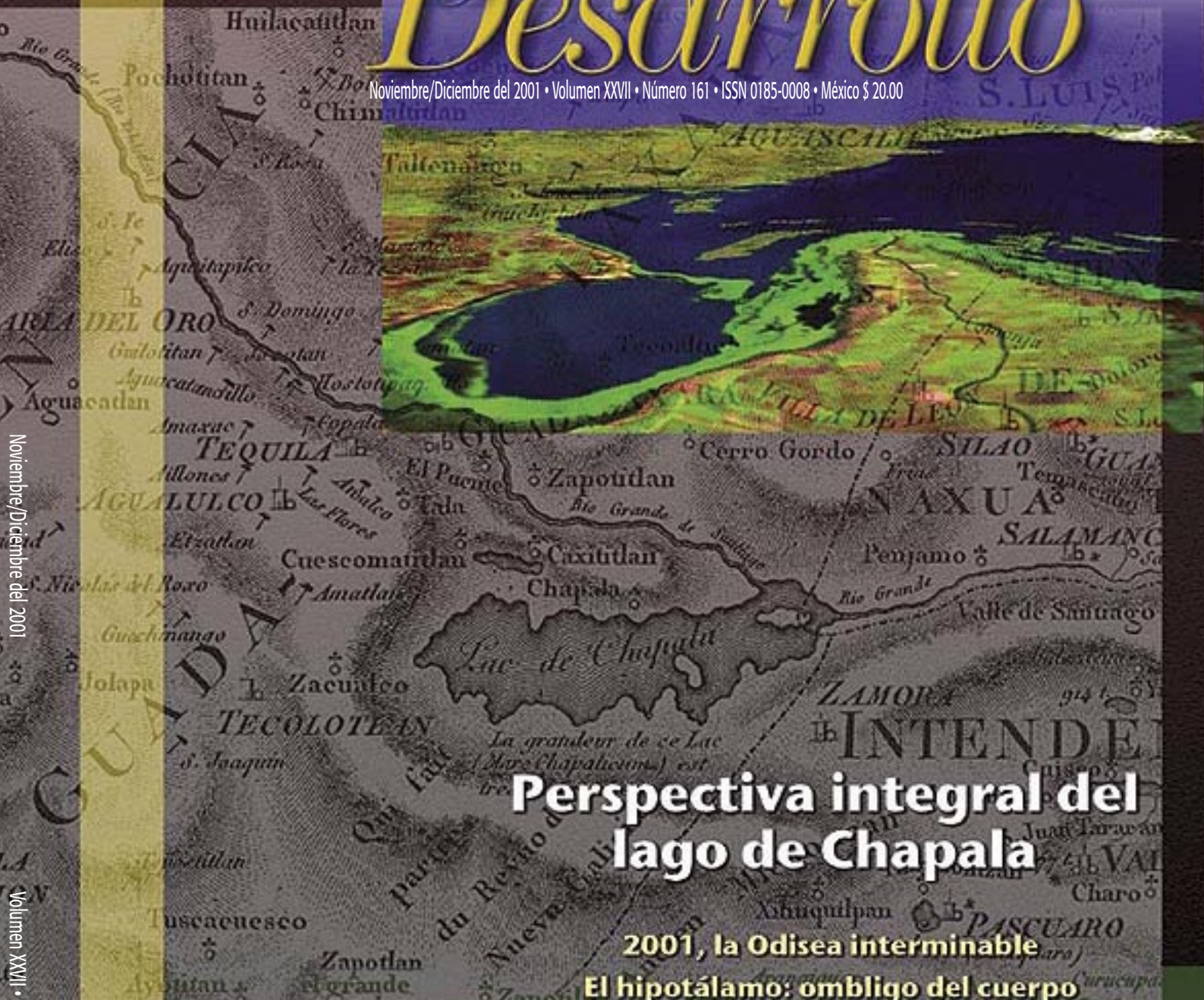


Ciencia y Desarrollo

Noviembre/Diciembre del 2001 • Volumen XXVII • Número 161 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00



Perspectiva integral del lago de Chapala

2001, la Odisea interminable

El hipotálamo: ombligo del cuerpo

El endospermo y sus usos

Mejoramiento genético de los arroz híbridos en México

Radón y cáncer pulmonar



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

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
Alicia Villaseñor
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 lago de Chapala enfrenta un paulatino pero constante proceso de desecación. Es el lago más grande del país y fuente de trabajo para numerosas comunidades de dos entidades de la república, primordialmente de Jalisco, tales como La Barca, Ocotlán, Ajajic.

Al estado en que se encuentra este embalse han concurrido actividades productivas irracionales, como la deforestación, o la contaminación industrial proveniente de zonas tan lejanas como Querétaro, llevada por el río Lerma, que desemboca en el lago; también, la acción natural del acarreo de los vientos y las lluvias.

La salvación del lago resulta de primordial importancia para el equilibrio ambiental de la región, así como para la vida de numerosas familias que en él sustentan sus actividades pesqueras, agrícolas y comerciales; también lo es para comunidades ubicadas a distancias que aparentemente las excluyen de la problemática y que, sin embargo, de igual manera se verían afectadas por una agudización de la misma, ya que en el lago nace el río Santiago, que atraviesa los Estados de Jalisco y Nayarit hasta llegar al Pacífico.

Esta situación del lago de Chapala, que data ya de varios años, representa hoy un desafío, lo mismo para la toma de decisiones políticas gubernamentales que para el consenso social y la investigación científica.

El trabajo llevado a cabo por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", integrante del sistema Sep-Conacyt, y del cual se exponen detalles en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*, evidencia tanto la contribución que la investigación científica puede hacer a las posibilidades de solución de problemas concretos a los que se enfrenta el país, como sus límites, pues por sí misma, resulta insuficiente; debe estar aunada a un acto de gobierno y a una respuesta social. Pocas veces, como en este caso, resulta tan imprescindible que los tres apoyos coincidan. ●

Ciencia y Desarrollo

NOVIEMBRE • DICIEMBRE DEL 2001 • VOLUMEN XXVII • NUMERO 161



Editorial

1

El hipotálamo:

ombbligo del cuerpo

4

DOLORES MARTÍNEZ
GONZÁLEZ, LUZ NAVARRO
Y ÓSCAR PROSPÉRO
GARCÍA



Radón y cáncer pulmonar

44

MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA

Reportaje

50

El Instituto Mora, dos decenios de investigación y docencia histórica y social de excelencia

LAURA ROMERO MIRELES

El endospermo y sus usos

16

DAVID MANUEL DÍAZ PONTONES

Reportaje

56

Perspectiva integral del lago de Chapala

SUSANA ALICIA ROSAS



2001, la Odisea interminable

22

VICENTE QUIRARTE

Mejoramiento genético de los arrozcs híbridos en México

32

LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN

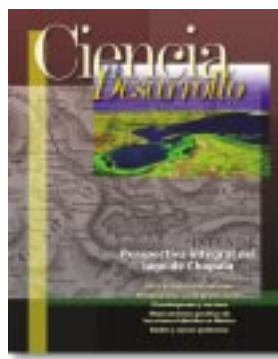
Hinchamiento y contracción de la madera

62

FRANCISCO JAVIER FUENTES TALAVERA,
RAÚL RODRÍGUEZ ANDA Y EZEQUIEL MONTES RUELAS



Perspectiva integral de el
lago de Chapala



Preservación de la infraestructura en el Golfo de México 68

MIGUEL SCHORR W., BENJAMÍN
VALDEZ S.,
NARCISO ACUÑA G.
Y GUILLERMO HERNÁNDEZ D.



¿De qué color es el café? 78

SERGIO TICUL ÁLVAREZ-CASTAÑEDA Y
JUAN F. ELORDUY-GARAY

Descubriendo el Universo 84

JOSÉ DE LA HERRÁN

*¿Viajar a las estrellas? Imposible... en el presente
Un paseo por los cielos de noviembre
y diciembre del 2001*

Alaciencia de frioleras 88

MIGUEL ÁNGEL CASTRO MEDINA
Recreaciones científicas

Deste lado del espejo 92

MARCELINO PERELLÓ

*Sí es un mesón, pero no creo que haya lugar
¿Tendría un tulipán con olor a nardo?
La deliciosa sopa de letras (el torito)
No se hagan bolas, melones (solución al torito del
número 160)*

La ciencia y sus rivales 96

El mito del 10%
MARIO MÉNDEZ ACOSTA

Reseña 98

Léxico de la política
LUIS ROMO CEDANO



Comunidad Conacyt 100

*Conacyt firma convenio con la Fundación
Becas Magdalena O. Vda. de Brockmann
Nuevo nombramiento en el Conacyt
Se crearán más plazas y centros de investigación
XX Aniversario del Instituto de Investigaciones
“José María Luis Mora”
Descubren una enzima que sólo está presente
durante la lactancia*

Nuestra ciencia 103

*Destacada participación de los jóvenes mexicanos
en la Olimpiada Internacional de Matemáticas
Lista roja de la Unión Internacional para
la Conservación de la Naturaleza
Expertos mexicanos buscan el mejoramiento
de diversos productos agrícolas
Se estudian los genes del aparato reproductor
del mosquito anopheles
La madurez cerebral depende de la experiencia visual*

La ciencia en el mundo 106

*Pantalla gigante para investigadores
Programa solar mundial en África
Virus del Nilo occidental*

Los autores 108

Información para los autores 112

El hipoot

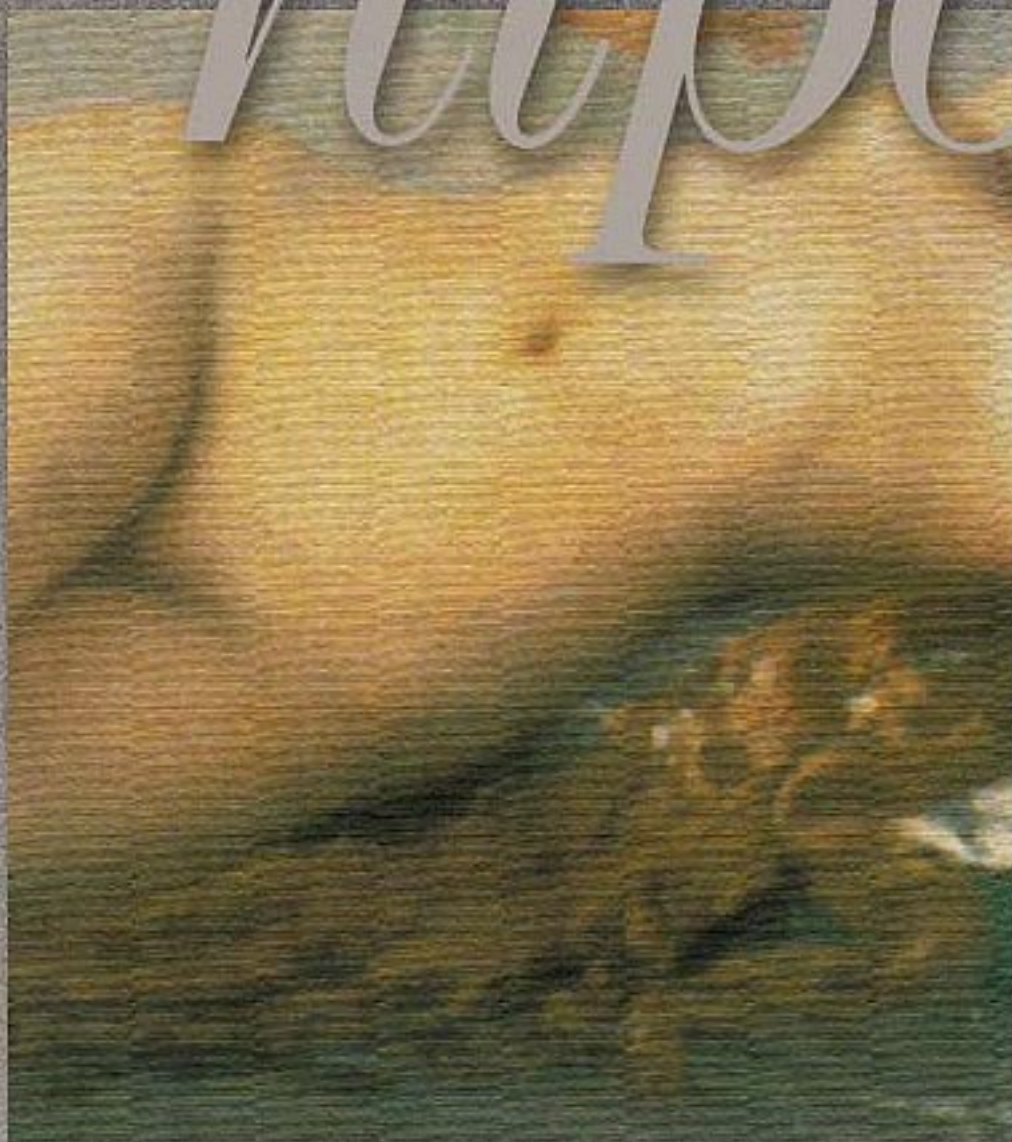


Figura 1. *El nacimiento de Venus (detalle)*, Alexandre Cabanel.

álamo: ombligo del cuerpo

DOLORES MARTÍNEZ GONZÁLEZ, LUZ NAVARRO Y ÓSCAR PROSPÉRO GARCÍA

Claude Bernard y el medio interno

E

l doctor Claude Bernard, a quien se reconoce como el padre de la medicina moderna, desarrolló el concepto de la constancia del medio interno, es decir, que las células del organismo están bañadas por líquidos, como el plasma sanguíneo y la linfa, que constituyen el medio en el que viven, y que la composición de éste sólo puede variar dentro de límites muy estrechos sin que peligre la vida; por lo ello, sí esta constancia se altera, entonces enfermamos. Los estudios actuales han constatado la veracidad de esta observación y, ciertamente, en la práctica clínica, la función del médico es la de restablecer la constancia del medio interno.

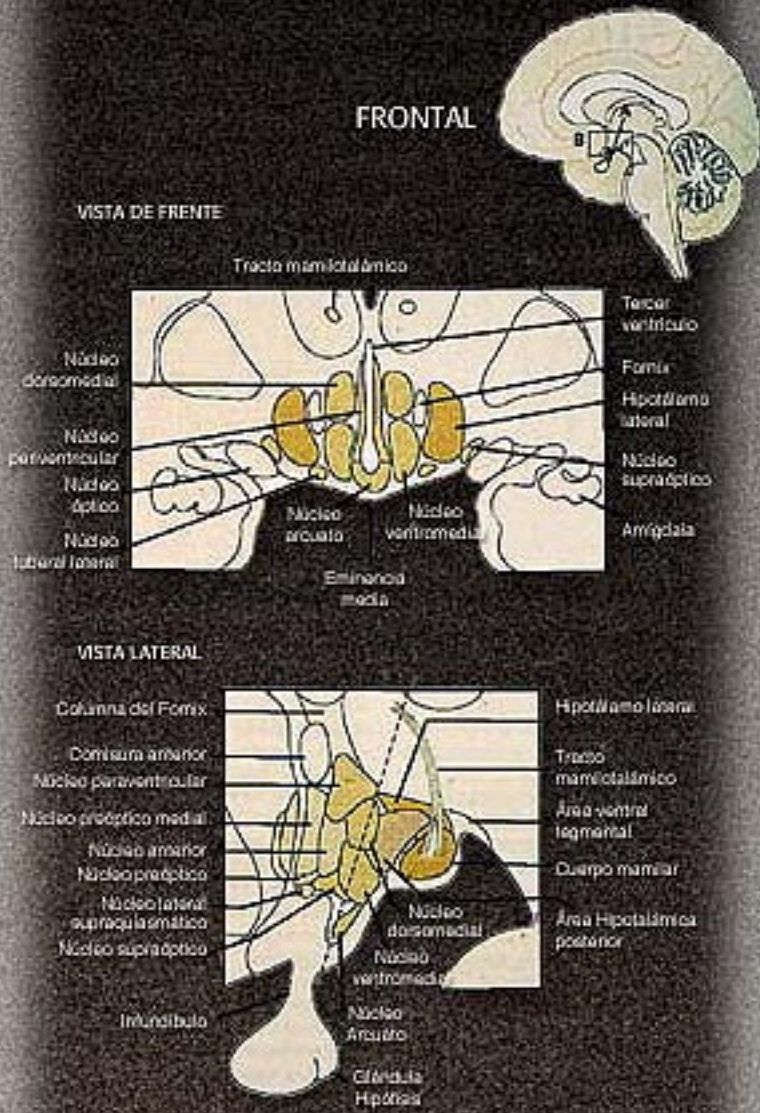


Figura 2. Anatomía del hipotálamo humano.

Pero ¿a qué llamamos constancia del medio interno? Este concepto se refiere a que las características fisiológicas del cuerpo deben mantenerse todo el tiempo; por ejemplo, nuestro corazón late 64 veces en un minuto, nuestra presión arterial es de 120 mm de mercurio cuando el corazón se contrae y expulsa su contenido de sangre (presión sistólica) y de 70 mm de mercurio cuando éste se relaja (presión diastólica), y nuestra temperatura corporal es de 37° C, etc., a estado de constancia al que denominamos homeostasis.

Claro está que los anteriores son valores promedio y sabemos que se modifican, dependiendo de la actividad del sujeto. Por ejemplo, si corremos, aumentan la frecuencia cardiaca y la presión arterial, lo mismo que la temperatura corporal y nuestra frecuencia respiratoria; sin embargo cuando dejamos de correr y reposamos, nuestras variables vuelven a adquirir sus valores normales; así, sudamos y con ello perdemos agua y calor. Con lo primero ayudamos a que la temperatura se restablezca y con lo segundo a que la frecuencia cardiaca y la presión arterial se restituyan, por lo que Bernard afirmó que: "Todos los mecanismos vitales, con ser variados, sólo tienen un objetivo, el de mantener constantes las condiciones del medio interno". Estos mecanismos fueron llamados servomecanismos por Walter Cannon, quién dedicó gran parte de su vida a estudiarlos. En resumen, debemos mantener constante nuestro medio interno (homeostasis), pues cuando lo alteramos, en condiciones de normalidad se echan a andar mecanismos que los regresan a su estado inicial o basal (servomecanismos).

Pero hay muchas más variables que se mantienen constantes en el cuerpo humano y que fueron sugeridas por Bernard; por ejemplo, la cantidad de sangre que circula por nuestros vasos, la presión del oxígeno y el bióxido de carbono que también se halla en la sangre, la cantidad de hemoglobina, el número de glóbulos rojos y blancos, y la cantidad de sodio, de potasio, de cloro, de calcio, etc., todo parece estar en la naturaleza, y como dijo el famoso matemático Henri Poincaré: "En cantidades precisas, lo único que la ciencia hace es determinar dicha cantidad."

Si aceptamos que son constantes todos los elementos que conforman el cuerpo y la manera como éstos funcionan y cuando se alteran hay mecanismos internos que restituyen el estado basal, entonces tenemos que admitir que el cuerpo “sabe” la forma en que debe darse cada variable y es capaz de detectar también cuando se alteran. Pero ¿cómo hace para saber?

El hipotálamo, verdadero ombligo del cuerpo

El hipotálamo es una estructura cerebral localizada en la base del encéfalo (véase fig. 2), y desde allí se encarga de mantener la constancia del medio interno. Está compuesto por una gran cantidad de núcleos que ayudan a la ejecución de diversas funciones destinadas a mantener el estado de homeostasis; señalaremos algunas de ellas solamente como ejemplo, ya que el espacio no nos permite comentar todas las funciones del hipotálamo, entre éstas, el control de los ciclos por los que el cuerpo transita, el sueño, la conducta sexual, el estrés, la regulación del hambre y la sed, el mantenimiento de la temperatura corporal y el control hormonal de diversas funciones del cuerpo.

Los ciclos circádicos

A pesar de que Claude Bernard propició un gran avance en la medicina moderna al reconocer la constancia del medio interno, el conocimiento reciente ha mostrado que esta constancia sufre variaciones a lo largo del día o del año, e incluso algunas pueden darse también en el transcurso de horas. Lo que queremos señalar es que tales variaciones son normales y están reguladas muy precisamente por el hipotálamo, en particular, dentro de su región anterior, donde se encuentra un par de núcleos que son llamados supraquiasmáticos (véase fig. 2, vista lateral). Una enorme cantidad de literatura científica ha mostrado que estos núcleos son un conglomerado de células cerebrales (neuronas), capaces de detectar variaciones medioambientales, por ejemplo, los cambios en la intensidad luminosa, y de esta manera fa-

cilitar o inhibir la expresión de determinada conducta, como la del ciclo de actividad y reposo. Es decir, gracias a estos núcleos podemos detectar que la luminosidad es adecuada para salir de cacería (actividad), sin temor a que no podamos ver en la distancia a un predador que potencialmente nos atacaría si no lo evitáramos. Por el contrario, si los supraquiasmáticos detectan que hay poca luz (por la noche), pueden facilitar mejor el reposo. Casi todas las variables del cuerpo se expresan como ritmos; es decir, en un momento del día se encuentran en su máximo de eficiencia, mientras que a otra hora están en su mínimo.

El sueño

El sueño es un estado por el que todos transitamos, pues prácticamente todos los animales que se han estudiado reposan, y la mayoría duerme. Hago la diferencia entre dormir y reposar, como cualquier persona podría hacerlo, pero es importante determinarlo porque de animales como los reptiles, insectos, peces, etc. no tenemos datos experimentales de que duermen, sin embargo, como conductualmente parece que lo hacen, podemos decir que reposan.

Los humanos estamos diseñados para dormir por la noche, pero desde el advenimiento de la luz eléctrica se han desarrollado actividades de trabajo que obligan a las personas a hacerlo de día. Todos los humanos dormimos en cantidades variables de un sujeto a otro, pero constantes en el mismo individuo, y de hecho, la duración de sueño probablemente está codificada en el genoma y puede variar desde 5 horas, como cantidad mínima que se ha encontrado en muy pocas personas, hasta 14 horas, que también por fortuna se ha encontrado en un pequeño número de sujetos. Con todo, la cantidad de sueño que tenemos varía a lo largo de la ontogenia, y así, los niños duermen más que los adultos, y éstos más que los viejos. Básicamente dormimos en dos fases; a una la llamamos sueño de movimientos oculares rápidos (sueño MOR) y a la otra sueño sin movimientos oculares rápidos (sueño no MOR).



Figura 3. Cupido y Psique (detalle), François-Edouard Picot.

En general, desconocemos la función del sueño, aun cuando en algunas personas, parece obvio que sirve para descansar. El problema con esta idea es que descansar es una palabra que nada explica en términos fisiológicos, así que resulta vaga, pero de todas maneras, cualquiera que sea dicha función, es un estado regulado en gran medida por el hipotálamo. Por ejemplo, en el hipotálamo anterior, en una región que algunos investigadores llaman área prehipotalámica, se encuentra la denominada área preóptica, región involucrada en la regulación del sueño desde los trabajos de Constantino von Economo, quien observó que los pacientes con encefalitis letárgica que presentaban insomnio hasta el día de su muerte, tenían una lesión en esta zona, mientras que quienes padecían esta enfermedad y morían presentando exceso de sueño sufrían una lesión en el hipotálamo posterior, y gran número de estudios han mostrado que ciertamente tales lesiones afectan el sueño, pues esta área hipotalámica recibe una serie de moléculas de algunas otras regiones cerebrales, que hacen que se presente el sueño. Además, el hipotálamo sintetiza y libera algunas proteínas pequeñas que inducen el sueño MOR.

La conducta sexual

Varios núcleos del hipotálamo regulan la conducta sexual. Sabemos que las diferencias en las características físicas y la preferencia sexual están determinadas en gran medida por los cromosomas sexuales XX en la mujer y XY en el hombre. Sin embargo, el cromosoma Y humano es el que hace la diferencia sexual, ya que consta de un grupo de genes que determinan que el producto de la concepción sea hombre, por ejemplo, el gen del TDF (*testis-determining factor*, factor determinante del testículo), es codificado por el gen SRY y propicia la maduración de las células de Leydig, las cuales, a su vez, producen testosterona y ésta termina de facilitar la maduración de los órganos sexuales masculinos.

La conducta sexual femenina. Experimentos efectuados en hembras adultas de varias especies de mamíferos, incluyendo ratas, cobayos, monos, etc., han mostrado

que la conducta sexual femenina, que se expresa cuando un macho las monta, consiste en rigidez, inmovilidad y arqueado de la espalda, posición que se llama de lordosis. Esta conducta esta mediada por la acción secuencial de estradiol y progesterona sobre el núcleo ventromedial hipotalámico (VMH) (véase fig. 2) en un periodo de dos días. Primero el estradiol, secretado por el ovario llega a los núcleos de las neuronas del VMH, en donde propicia la síntesis de los receptores a progesterona, y en 24 horas la concentración de dichos receptores aumenta considerablemente en estas células. Así, cuando la progesterona aumenta en la sangre de la hembra, secretada por el ovario en momentos preovulatorios, el VMH tiene una enorme cantidad de receptores que la capturan, lo cual, suponemos, hace que la hembra se vuelva más activa, busque al macho y exhiba la conducta refleja de lordosis cuando éste la monta. Esta conducta se despliega a lo largo de 10 horas, alrededor del momento de la ovulación.

La conducta sexual masculina. Ésta, por su parte, también tiene variaciones al expresarse, dependiendo de la especie, pero propositivamente hemos eliminado la descripción detallada de la conducta sexual humana, ya que es demasiado compleja en términos conductuales y no tenemos espacio para analizarla.

La conducta sexual masculina, básicamente en las especies de mamíferos estudiadas, se expresa como monta, intromisión y eyaculación, y se asocia a que la testosterona que secretan los testículos es capturada por el hipotálamo en la región antes mencionada como reguladora del sueño no MOR, que es el área preóptica. Esta zona cerebral es rica en un par de enzimas, una denominada aromatasas de la testosterona, y la otra, 5 alfa reductasa de la testosterona, pero hay otras zonas cerebrales que también tienen estas enzimas, como son el núcleo cama de la estría terminalis y el núcleo medial amigdalino. En el hipotálamo como en las otras regiones estas enzimas transforman la testosterona en estradiol, la primera, y en dihidrotestosterona, la segunda. Las neuronas del área preóptica y de las otras regiones además expresan receptores a la dihidrotestosterona y al estradiol, eventos que parecen facilitar la conducta sexual masculina.

El hipotálamo es una región que junto con otras del cerebro regula el deseo sexual, pero no sólo esto, sino que también participa en la regulación de los cambios que ocurren en el cuerpo de la hembra embarazada, ajustando la cantidad de líquidos y electrolitos al propiciar la liberación de hormonas como la adrenocorticotropa (ACTH), ajustando la frecuencia cardiaca por medio del sistema simpático y parasimpático, además de otras variables. Asimismo, participa en la regulación del parto por medio de la hormona oxitocina, y en la lactancia, modulando la hormona prolactina (PrH).

El apetito y el peso corporal

La regulación de la ingesta de alimentos es otra de las funciones del hipotálamo, y la lleva a cabo mediante la interacción de algunos de sus núcleos, por ejemplo, el hipotálamo lateral, llamado “centro de la alimentación”, y el núcleo ventromedial denominado “centro de la saciedad”, que ya hemos mencionado como VMH anteriormente, así como también el núcleo paraventricular, que tiene un papel muy importante en este proceso. Las primeras investigaciones mostraron que la estimulación eléctrica del núcleo hipotalámico lateral aumenta la ingesta de alimento aun en animales saciados, y por el contrario, si este núcleo se destruye se produce anorexia, que puede llevar a la muerte. En contraste, la estimulación del núcleo VMH provoca que el animal rechace la comida, a pesar de estar privado de alimento y tenerlo a su alcance. Complementariamente, si se destruye esta zona se provoca que el animal coma vorazmente (hiperfagia), y si se lesionan ambas zonas presenta anorexia, lo que indica que el centro de la saciedad funciona inhibiendo el de la alimentación. Así, suponemos que el centro de la alimentación está activo todo el tiempo y es inhibido transitoriamente por el de la saciedad después de ingerir alimentos.

Por su parte, la estimulación de los núcleos paraventriculares (fig. 2) provoca la ingesta excesiva de alimentos, particularmente de carbohidratos, para cuyo control se proponen cuatro procedimientos:



Figura 4. El beso, Auguste Rodin.

1. Lipostático. Propone que el tejido adiposo libera una hormona que actúa sobre el hipotálamo, disminuyendo la ingesta de alimentos y aumentando el gasto energético.
2. Péptidos intestinales. Sugiere que la presencia de alimentos en el tubo digestivo induce la liberación de péptidos que actúan sobre los núcleos del hipotálamo, inhibiendo la ingesta de alimento.
3. Glucostático. Sostiene que el incremento en la utilización de glucosa provoca una sensación de saciedad, y por lo mismo, la disminución de la concentración de glucosa en sangre produce hambre.
4. Termostático. Indica que una disminución en la temperatura corporal estimula el apetito, mientras que su aumento lo inhibe.

Como podemos darnos cuenta existen diferentes señales que pueden intervenir en el control de la ingesta de alimentos, pero ampliaremos un poco más los conceptos acerca de las señales químicas que detecta el hipotálamo para regularla que son las proteínas que actúan como hormonas o neurotransmisores. En forma breve, las proteínas son sustancias constituidas por aminoácidos, y las hormonas son proteínas especiales, producidas en neuronas del hipotálamo (véase más adelante) o en determinadas células de una glándula, que son vertidas y transportadas por la circulación sanguínea, y producen efectos específicos de activación o regulación en otros órganos por medio de receptores. Los neurotransmisores son sustancias que producen las neuronas y son capaces de alterar el funcionamiento de otra célula, de manera corta o durable, mediante la ocupación de receptores específicos. Las hormonas y los neurotransmisores involucrados en la regulación de la ingesta de alimentos incluyen leptina, neuropéptido Y, orexinas/hipocretinas, factor de transcripción regulado por cocaína y anfetamina (CART), serotonina e histamina, entre otras.

Leptina

La leptina, término derivado de la raíz griega *leptos*, que significa delgado, es una hormona secretada por las células del tejido adiposo (adipocitos), la cual actúa sobre el hipotálamo, induciendo la disminución en la ingesta de alimentos y el incremento en el gasto energético, por lo cual es esencial para el balance del peso corporal. Recientemente se ha identificado el gen que sintetiza la leptina, denominado *ob*; hay ratones que tienen defectuoso este gen y que, por lo tanto, no sintetizan dicha hormona ni presentan saciedad después de ingerir alimentos, desarrollando así obesidad y diabetes. También se ha encontrado el gen que produce receptores para la leptina, denominado *db*, observándose que los ratones que lo tienen defectuoso no producen tales receptores y también son obesos, pero presentan un aumento en los niveles de leptina. Asimismo, se conoce que la administración de ésta en el cerebro o a nivel periférico disminuye el consumo de alimentos. Los receptores de leptina se encuentran en núcleos del hipotálamo, como el que llamamos núcleo arcuato, y en los que ya habíamos mencionado, que son el paraventricular y dorsomedial, así como en el hipotálamo lateral. La mayoría de las neuronas que poseen receptores de leptinas sintetizan dos proteínas muy pequeñas, a las cuales se les llama neuropéptidos Y, y CART.

Con lo anterior podemos afirmar que la acción de la leptina es regulada por una serie de mediadores químicos, como los mencionados, que son importantes en la ingesta de alimentos., y que la abundancia de sus receptores en el hipotálamo ventromedial y lateral sugiere una relación íntima de ambas zonas para lograr dicha regulación. Otro dato interesante es que los valores de leptina se hallan en proporción a la cantidad de adipocitos (células encargadas de almacenar grasa), por lo tanto, las mujeres presentan valores más elevados de leptinas que los hombres, porque proporcionalmente tienen más grasa.

Para encontrar aproximaciones terapéuticas de la obesidad es necesario realizar más estudios, a fin de revelar el mecanismo exacto por el cual la leptina hace que el

sujeto baje de peso y conocer el papel que desempeña en la fisiopatogenia de la obesidad.

Neuropéptido Y (NPY)

El neuropéptido Y, producido en el núcleo arcuato del hipotálamo, estimula el consumo de alimento, por medio de la activación directa de receptores a NPY, e indirectamente, liberando neuropéptidos orexigénicos (que estimulan el apetito), galanina y b-endorfina en el núcleo paraventricular y sitios neurales vecinos, y también se han realizado estudios indicadores de que la administración de leptina reduce la producción de NPY.

Orexinas/hipocretinas

Las orexinas/hipocretinas son una familia de neuropéptidos importantes para mediar el consumo de alimentos, aumentando su ingesta. Se producen en neuronas situadas en el hipotálamo lateral y reciben fibras terminales que contienen NPY, además de receptores para leptina. Las orexinas fueron originalmente descritas como moléculas que regulan la ingesta de alimento; sin embargo, recientemente se ha observado que también regulan la expresión del sueño, por ejemplo, algunos animales, como perros y ratones, en los que se presenta una enfermedad que aqueja a los humanos, llamada narcolepsia, tienen uno de los receptores para la orexina anormal y ello sugiere que quizás el humano también sufra anomalías en este receptor y, por lo mismo, en el futuro se puede buscar una cura a dicho padecimiento.

Factor de transcripción regulado por cocaína y anfetamina (CART)

Este es un neuropéptido que funciona como neurotransmisor. Se ha localizado particularmente abundante en el hipotálamo, incluyendo los núcleos paraventricular y arcuato, la capa externa de la eminencia media, el lóbulo posterior de la hipófisis y los gru-



Figura 5. La creación de los astros y las plantas (detalle), Capilla Sixtina, Miguel Angel Buonarroti.

pos celulares de la hipófisis anterior. Parece tener un papel importante en una variedad de procesos fisiológicos, orientados al mantenimiento de la homeostasis, por ejemplo, la alimentación, el balance de líquidos corporales, los procesos metabólicos, la conducta sexual, el control endocrino, los mecanismos inmunológicos, la regulación autonómica, la respuesta al estrés y sobre todo, el reforzamiento y la recompensa. Su nombre se debe a que originalmente se encontraron elevados los niveles de su ARN, mensajero en una estructura del cerebro de la rata, llamada estriado, después de la administración de cocaína y Anfetamina, y debido a que se ha encontrado en zonas involucradas en la regulación de la ingesta de alimentos se le ha relacionado con esta función. Existen estudios que indican que la administración de fragmentos de CART al

cerebro de las ratas inhibe la alimentación, mientras que la neutralización de la actividad del CART aumenta su ingesta, además, el CART también inhibe el consumo de alimento provocado por NPY. Conscientes de los problemas médicos asociados con la obesidad, podemos predecir que, en el futuro, el desarrollo de agentes anoréxicos para el tratamiento de la obesidad tomará en cuenta la regulación hormonal que hemos tratado de explicar.

El hipotálamo y la farmacodependencia

En el hipotálamo también se localizan fibras nerviosas, como es el haz del cerebro medio anterior que al ser estimuladas producen placer, y por lo tanto participan en el proceso de recompensa por la ejecución de una conducta. Así, consideramos que las drogas que inducen dependencia y adicción actúan, cuando menos en parte, en esta región hipotalámica, donde adicionalmente se ha localizado el CART lo mismo que en otras áreas del cerebro que son estimuladas por las drogas de abuso, como son el núcleo accumbens, el área ventral tegmental y la amígdala. Toda esta información nos permite valorar de manera diferente el problema de la drogadicción y perfilar claramente nuestras estrategias terapéuticas.

Las hormonas

Diversos grupos de investigadores han mostrado que existe una integración anatómica y funcional entre los sistemas nervioso y endocrino. A mediados de siglo XX se reconoció la capacidad de secreción en algunas neuronas del hipotálamo de los mamíferos que fue descrito inicialmente en las neuronas grandes del hipotálamo (magnocelulares), y después en las neuronas pequeñas (parvocelulares). En forma adicional, se observó que las arterias del hipotálamo tienen un arreglo peculiar que hace que éste y la hipófisis se conecten. La hipófisis es una glándula importante que se encuentra en la base del cerebro (véase fig. 2, vista lateral).

El sistema porta-hipotálamo-hipófisis, como se ha llamado a esta red arterial, está formado por dos lechos

capilares (vasos de calibre muy pequeño) que la irrigan. En el hipotálamo, la sangre de este sistema recoge gran cantidad de sustancias que afectan a las células secretoras de la hipófisis, es decir, estas moléculas regulan la liberación de las hormonas sintetizadas por el lóbulo anterior de la glándula hipófisis, que tiene, además de éste un lóbulo posterior y uno intermedio.

De esta manera, sabemos que el sistema porta-hipotálamo-hipófisis tiene dos arreglos: 1). Los axones, prolongaciones de las neuronas que son las que liberan las sustancias activas de los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo y terminan en contacto con los capilares del lóbulo posterior, donde se vierte el producto de dichas neuronas y de esta manera regulan la función de órganos como el riñón y la glándula mamaria. La hormona que liberan las neuronas, que se conoce como anti-diurética, impide la formación de orina por el riñón; así, por ejemplo, en los momentos de calor, la hormona se libera y no formamos orina, por lo cual no nos deshidratamos, y al contrario, si hace frío, la hormona deja de secretar y se forma más orina. Con estos mecanismos podemos mantener hidratado nuestro cuerpo e impedir que el corazón maneje un volumen de líquidos tan alto que lo sobrecargue, pues como puede apreciarse, los servomecanismos se activan incluso en momentos como estos. La otra hormona liberada por este medio es la oxitocina, que facilita el trabajo de parto en las mujeres embarazadas y además interviene en los mecanismos de eyección de la leche en las madres lactantes. 2). El sistema porta-hipotálamo-hipofisiario recibe los axones de diversas áreas hipotalámicas, y éstos secretan en el torrente circulatorio del sistema diversas hormonas, las cuales se van a dirigir a las células del lóbulo anterior de la hipófisis. Dichas hormonas facilitan o impiden que se secreten las que se sintetizan en esta región de la glándula, y como ejemplo pondremos a la hormona liberadora de la del crecimiento (GHRH) que, a su vez, es liberada por las neuronas del hipotálamo, llega al lóbulo anterior de la hipófisis a través del sistema porta-hipotalamo-hipófisis, en donde activa la hormona del crecimiento (GH), que es sintetizada por las células de la glándula. La



Figura 6. *Madonna de Lucca*, Jan van Eyck.

GH estimula el crecimiento corporal, por medio de la liberación de factores de crecimiento, como el semejante a la insulina tipo I (IGFI), que induce la liberación de otra hormona en el hipotálamo, a la cual llamamos somatostatina, y ésta también llega a la hipófisis y detiene la liberación de GH. Como puede observarse, la liberación de una hormona obedece a mecanismos muy refinados que aseguran la constancia del medio interno.

Conclusiones

El ombligo, muestra clara de nuestra mortalidad, cicatriz perenne situada en la región central del cuerpo, nos recuerda a cada instante una parte de nuestra ontogenia, en la cual constituía el elemento central de la vida, antes de ser reemplazado por el hipotálamo como nuevo elemento fundamental en el mantenimiento de la vida, de la constancia de nuestro medio interno, de nuestra homeostasis. Usamos de manera alegórica el término de ombligo, para señalar la importancia del hipotálamo, que obviamente cumple con funciones diferentes, pero la considera válida esta alegoría, pues destaca su papel central en la regulación de múltiples y diversas funciones que mantienen en buen estado nuestro cuerpo, lo que nos permite tener salud. Varias de estas funciones no fueron mencionadas por falta de espacio, pero entre ellas está la regulación del estrés, de la ira, de la temperatura corporal y muchas otras que hacen del hipotálamo el verdadero ombligo del cuerpo.

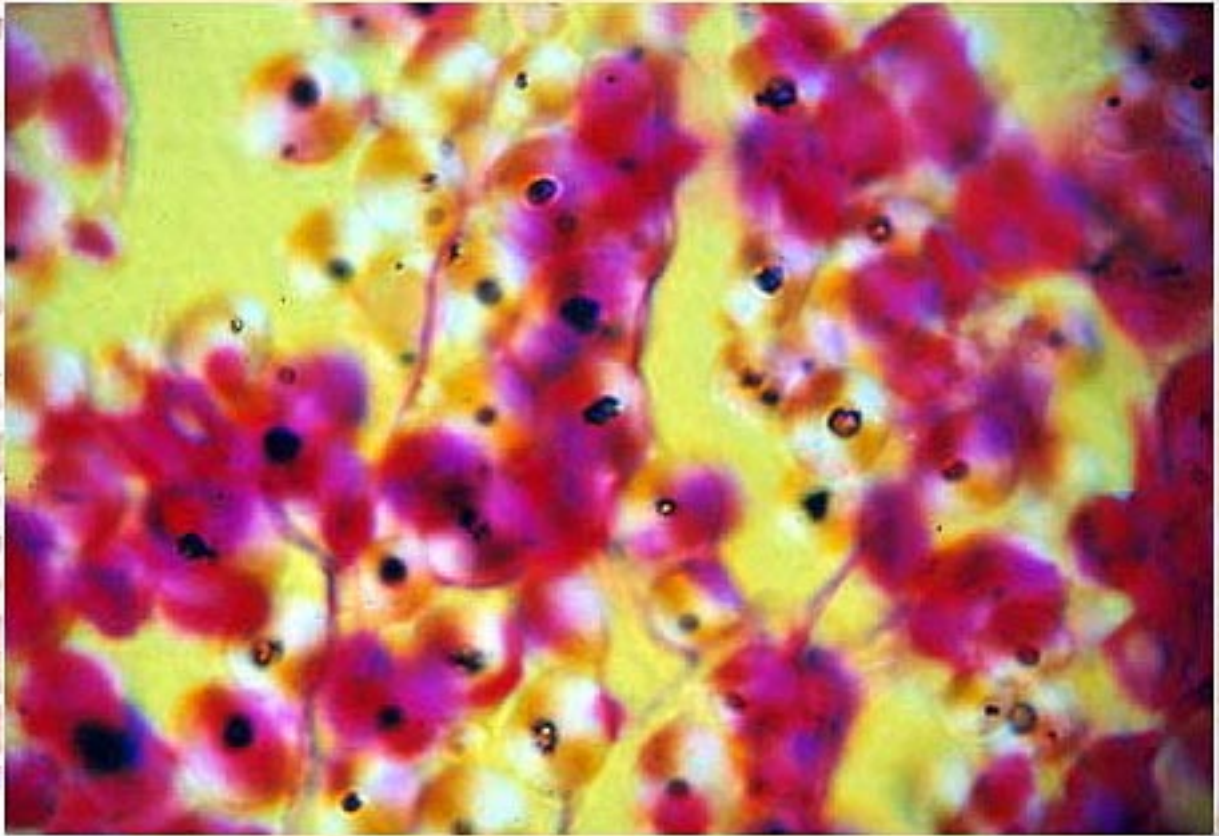
Este trabajo se realizó con el apoyo del Conacyt donativo 25488M otorgado a OPG 



Figura 7. La carta, Fernando Botero.

Bibliografía

- Aron, D.C.; J.W. Findling, y J.B. Tyrrell. "Hipotálamo e hipófisis", en *Endocrinología básica y clínica*, Greenspan, F.S., y Strewler, G.J., 4ª. ed., México, 1998, *Manual Moderno*, pp. 107-179.
- Card, J.P.; L.W. Swanson, y R.Y. Moore. "The Hypothalamus: An Overview of Regulatory Systems", en *Fundamental Neuroscience*, Zigmon, M.J.; Bloom, F.E.; Landis, S.C.; Roberts, J.L., y Squire, L.R., 1ª ed., USA, 1999, pp. 1013-1026.
- Ganong, W.F. "Regulación central de las funciones viscerales", en *Fisiología Médica*, _____, Manual Moderno, 16ª ed., México, 1998, pp. 259-285.
- Horvath, T.L.; S. Diano, y A.N. van den Pol. "Synaptic Interaction between Hypocretin (Orexin) and Neuropeptide Y Cells in the Rodent and Primate Hypothalamus. A novel Circuit Implicated in Metabolic and Endocrine Regulations", *J. Neurosci.*, 19 (3), 1999, pp. 1072-1087.
- Kuhar, M.J., y E.D. Dall Vechia. "CART Peptides. Novel Addiction- and Feeding-related Neuro-peptides", *TINS*, 22 (7), 1999, pp. 316-320.
- Kupfermann, I. "Hypothalamus and Limbic System. Motivation", en *Principles of Neural Science*, Kandel, E.R., Schwartz, J.H., y Jessell, T.M. 3ª ed., USA, 1991, Appleton and Lange, pp. 750-760.
- _____. "Hypothalamus and Limbic System. Peptidergic Neurons, Homeostasis, and Emotional Behavior", en *Principles of Neural Science*, Kandel, E.R.; Schwartz, J.H., y Jessell, T.M., 3ª ed., USA, 1991, Appleton and Lange, pp. 735-749.
- Valverde-R. C.; C. Arámburo, y A. Bayón. "Neuroendocrinología y comunicación intercelular", en *Teorías y hechos sobre la vida*, Muñoz Martínez, J. y Biseca, L., 1ª ed., México, 1988, Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, Consejo Nacional de Fomento Educativo, SEP, pp. 139-175.
- Woods, S. C.; R.J. Seeley; D. Porte Jr., y M.W. Schwartz. "Signals that regulate food intake and energy homeostasis", *Science*, 280, 1998, pp. 1378-1383.



1. La fotografía muestra los granos de almidón del endospermo de un grano de maíz, teñido con el reactivo de ácido peryódico-reactivo de Schiff, el cual es específico de los polisacáridos insolubles.

El endospermo y sus usos

DAVID MANUEL DÍAZ PONTONES

En el quehacer de nuestras actividades cotidianas hacemos uso de innumerables objetos, ya sea en el trabajo o bien en las horas de descanso y esparcimiento. Durante la mañana acostumbramos incorporar en nuestro desayuno un plato de cereal, o bien nos preparamos una malteada, pero eso sí, debe ser dietética para ahorrar las calorías en exceso. Entre comidas paladeamos una rica rebanada de pastel, de esos que ya venden congelados, pues no hemos tenido tiempo de hacerlo nosotros mismos, y a media tarde se nos antoja un helado con cubierta de chocolate o una bebida embotellada, en tanto que por la noche cenamos unos *hot cakes*, con chocolate instantáneo, y como aún tenemos hambre, complementamos la cena con una fruta en almibar. ¿Alguna vez, al abrir nuestra despensa nos hemos preguntado de qué están hechos los productos con los que nos alimentamos?, ¿cuál es su procedencia? y ¿qué elementos son empleados en la elaboración de los mismos? Pues lo invito a averiguar el contenido de algunos de los alimentos más utilizados en la alimentación.



2. Productos procesados que utilizan el endospermo como materia prima. La figura muestra diversos productos alimenticios en los que se hizo uso para su elaboración de granos y semillas con almidón, galactomanano y b glucanos.

Las semillas, los granos y el endospermo

El inicio de las diferentes civilizaciones se encuentra íntimamente relacionado con la domesticación de un cereal. Así, la cultura occidental se encuentra asociada al cultivo del trigo, como las orientales se vinculan a la siembra del arroz y las mesoamericanas a la utilización del maíz. El componente más importante para la alimentación humana son los granos de cereales, que contienen el endospermo, el cual forma parte de las semillas de las angiospermas, y sirve de reserva de sustancias nutritivas en la futura planta. En algunas especies, esta estructura persiste en la semilla madura, mientras que en otras es consumido durante el desarrollo o la formación de la misma, de manera tal que existen dos tipos de semillas maduras, las endospérmicas y las no endospérmicas. Las plantas con semillas endospérmicas más conocidas son los cereales; que pertenecen a las monocotiledóneas, en las que el endospermo es la estructura de reserva que contiene gran cantidad de almidón. En las dicotiledóneas, el otro grupo de angiospermas, las semillas maduras poseen un endospermo en la fase final del desarrollo, como en el tomate, la lechuga, algunas leguminosas como alhova (*Trigonella*), el trébol y la alfalfa, mientras

que en otro grupo de dicotiledóneas, el endospermo es consumido durante el desarrollo para nutrir al embrión, y por lo tanto no se encuentra en la semilla madura; en este grupo se incluyen algunas especies muy utilizadas, como el frijol, el chícharo, el haba y la lenteja, entre otras más.

El endospermo es una estructura que tiene su origen en una célula denominada central, contenida dentro del óvulo. ¿Pero qué es un óvulo?, ¿tiene alguna relación con el óvulo humano? En una flor, las células masculinas se encuentran en el grano de polen, que se forma dentro de la estructura reproductora masculina o estambre, mientras que los gametos femeninos se localizan dentro del gineceo o pistilo, anatómicamente constituido por el estigma, el estilo y el ovario, y al estigma arriban los granos de polen, donde son reconocidos y germinan. El tubo polínico, formado por la germinación del grano de polen, viaja a través del estilo hasta llegar al óvulo que se encuentra dentro del ovario, pero a diferencia de los óvulos humanos, los vegetales están formados por siete células, tres antípodas, una central, dos sinérgidas y una ovocélula, y a todo este conjunto se le denomina saco embrionario, que se encuentra rodeado por tejidos que sirven para la nutrición y protección. Al saco embrionario arriban, por el tubo polínico, dos células espermáticas provenientes del

grano de polen, una de las cuales fecundará la ovocélula y dará origen al embrión o futura planta, en tanto que la otra célula espermática fecundará la célula central y con ello dará origen al endospermo. Dependiendo de la especie de que se trate, la célula central fecundada seguirá diferente desarrollo, dando origen a tres tipos de endospermo.

Usos que el hombre ha dado al endospermo

Nuestra dieta cotidiana está fundamentada en harinas de trigo, centeno y maíz, entre otras, para la elaboración de alimentos tanto naturales como procesados. El componente principal de estas harinas es el almidón almacenado dentro del endospermo, constituido por dos componentes: la amilosa, que es un polímero formado por subunidades de glucosas, dando una estructura lineal, y la amilopectina, en donde la subunidad básica es la glucosa, pero a diferencia de la amilosa ésta posee una estructura ramificada. Ambos polisacáridos se empaquetan en el grano de almidón, siendo su forma característica para cada especie. La proporción de amilosa y amilopectina le confieren al grano de almidón una serie de propiedades que determinan la variedad de maíz adecuado para elaborar diferentes alimentos, como ocurre en la preparación de tortillas, pozole o rosetas de maíz. Asimismo, el tipo y la cantidad de los componentes encontrados en los granos de los cereales desempeñan un papel importante desde el punto de vista funcional y nutricional, como puede observarse en los diferentes tipos de pan, cuya estructura física se debe a la interacción del almidón con las diversas proteínas de las harinas empleadas.

Los granos de los cereales han sido utilizados tradicionalmente durante los procesos de fermentación para elaborar bebidas alcohólicas, ya sea como fuente de almidón que es la materia prima, o como fuente de enzimas para la degradación y transformación de éste; así los cereales y en particular la cebada son la base de la industria cervecera. En la actualidad, los procesos fermentativos, que dan como producto el alcohol, han sido de gran interés debido al uso potencial de éste como combustible

alternativo en los automóviles, en tanto que la fermentación de los carbohidratos de los granos de los cereales ha sido empleada en gran medida para la obtención de etanol, acetona y butanol de uso industrial.

Las propiedades físicas y químicas del almidón pueden ser alteradas mediante procesos especiales, de forma tal que se disminuya la viscosidad y se incremente la capacidad de dispersión de sólidos o se aumente la resistencia y capacidad de gelificación, permitiendo ampliar la gama para su uso en la industria, en particular para la elaboración de alimentos procesados. Algunas de las propiedades de los alimentos que contienen almidón o sus derivados son la textura, la apariencia del producto, el contenido de humedad, la consistencia y la estabilidad, ya sea durante su procesamiento o bien en el momento del embalaje y la distribución.

Una forma en que se utiliza el almidón en la industria alimenticia consiste en transformarlo en productos más sencillos, como oligosacáridos o maltodextrinas, maltosa y glucosa, mediante hidrólisis ácida o enzimática. Históricamente, el tratamiento ácido del almidón se ha empleado para la obtención de jarabes o almibar, y en los últimos decenios, uno de los grandes negocios es la producción de éstos, con alto contenido de fructosa, a fin de hacerlos más dulces al paladar, mediante la degradación y transformación enzimática. Este producto de alto contenido de fructosa se usa como edulcorante, y un jarabe con mayor cantidad de la misma (55%) es utilizado en la elaboración de bebidas, reemplazando parcial o totalmente la sacarosa.

Otro tipo de polisacáridos importantes en nuestra alimentación son los β glucanos, que forman parte de las paredes celulares. Los β glucanos son considerados como uno de los componentes de la dieta, dado el creciente interés por las fibras en la prevención de enfermedades digestivas. El uso de fibra en los alimentos ha traído una serie de beneficios que van desde el alivio de los problemas de estreñimiento, por el aumento de agua en las heces, hasta la disminución de colesterol a nivel sérico o la prevención de colitis por cáncer rectal y del colon. Una de las formas más comunes de variar el contenido de fibra en

un alimento procesado es adicionar harinas provenientes de granos completos de cereales, o utilizar el salvado o la harina de cereales desembrionados, y en algunos otros, la sémola, para la elaboración de pastas de sopa. Por supuesto, el tipo de harina utilizada trae como consecuencia una modificación en el sabor, el color y la textura del alimento, y los productos que pueden usarse para ilustrar el empleo de alimentos enriquecidos con fibras dietéticas son diversos tipos de pan y cereales tomados en el desayuno. Los industriales han respondido a esta necesidad, lanzando al mercado gran variedad de alimentos enriquecidos con fibra, como el pan de trigo, el multigrano, el de centeno y diversos otros con variados niveles de salvado. El contenido y tipo de harina dependen principalmente de las características del alimento procesado, y se emplea sobre todo el salvado de trigo ya sea duro, suave, rojo o blanco, que en el caso de requerir un alto nivel de fibra se puede adicionar con salvado de maíz. En el caso de los cereales adicionados con frutas, la harina de trigo entero es enriquecida con salvado de trigo blanco. El incremento en el número y la variedad de los cereales industrializados a los que se añaden fibras dietéticas, en general con un contenido de dos a tres gramos por porción, permiten que el consumidor disfrute de ellos de acuerdo con sus necesidades.

El tercer tipo de polisacáridos, ampliamente utilizado en la industria y que proviene de las paredes de las células del endospermo, es el galactomanano. La extracción de este polímero se obtiene de semillas endospermicas de leguminosas, como la *Cyamopsis tetranoloba*, conocida con el nombre de guar, o de las semillas de alhova (*Trigonella foenum-graecum*) entre otras. El galactomanano es un polímero lineal de manosas, con ramificaciones de galactosa, y el reconocimiento de este polisacárido para uso industrial se dio durante la segunda Guerra Mundial, cuando se buscaba un sustituto del almidón en la industria papelera. El galactomanano posee excepcional adherencia en la celulosa, formando una cubierta sobre las fibras de ésta durante la formación de las laminas de papel, y sus propiedades, como alta higroscopicidad, viscosidad, gelificación y solubilidad en agua,

han permitido que pueda utilizarse en la industria alimenticia, farmacéutica, cosméticas, tabacalera, minera, papelera, y también para fabricar pinturas, explosivos y juegos pirotécnicos. En la industria alimenticia, por ejemplo, al elaborar quesos procesados o alimentos enlatados, el galactomanano se emplea para prevenir la disociación de las grasas durante el almacenamiento, utilizándolo como agente estabilizador, en el caso de las salsas para ensalada, este polisacárido sirve como agente espesante para aumentar la viscosidad y darle cuerpo al producto, pero también sirve de estabilizador en las salsas para barbacoa, además de mantener pequeñas partículas en suspensión, por lo que se utiliza como agente emulsificador. Durante el congelamiento, el galactomanano se usa como aglutinante, evitando así la dispersión y la separación de los componentes, al mismo tiempo que absorbe el exceso de humedad y evita la formación de cristales de hielo que dañan la apariencia y consistencia del producto, como en el caso de los postres congelados, en el cual se incluyen pasteles y helados. En la elaboración de bebidas, este polisacárido se utiliza como espesante para la producción de jugos artificiales, néctares y purés de frutas; sin embargo, las dietéticas requieren de la adición de éste para darles textura y una consistencia agradable al paladar, actuando como agente texturizante, mientras que en otras, además, desempeña el papel de sustancia higroscópica. También a algunos productos derivados del chocolate se les adiciona este polisacárido, y tal es el caso de los jarabes de chocolate para el recubrimiento de postres, o bien del chocolate en polvo en que se hace uso de su capacidad estabilizante y emulsificante.

Conclusión

Como se mencionó anteriormente, el endospermo tiene un papel fundamental en nuestra vida y uno de los usos más importantes para nosotros radica en su empleo en la alimentación, en la que día con día se incrementa el número de productos naturales y procesados que se ponen a nuestra disposición, conteniendo endospermos de granos o semillas con algún



componente de los ya citados. Pero no debemos olvidar que el endospermo también se emplea en diversas industrias, además de la alimenticia, en las cuales se utiliza un pequeño grupo de especies, en las que se han preocupado por generar nuevas variedades que aumenten su uso potencial y generen mayores dividendos. Pero ¿qué hay de otras especies y de su posible uso?; por ejemplo, nuestro país ocupa el quinto lugar mundial en diversidad vegetal, y si bien se están haciendo esfuerzos para conocer mejor tal diversidad, aun es muy incipiente el resultado obtenido en términos bioquímicos y biotecnológicos respecto a sus componentes, no sólo en el caso del endospermo sino de la planta completa. Es importante, por lo tanto, fomentar el conocimiento de nuestra diversidad vegetal, aunado a una profunda investigación sobre la fitoquímica, la bioquímica y otros aspectos importantes que conduzcan a estudios biotecnológicos, para poder utilizarlas industrialmente, sirviendo como fuente de materias primas para la elaboración de nuevos productos que complementen los ya existentes. ●

Bibliografía

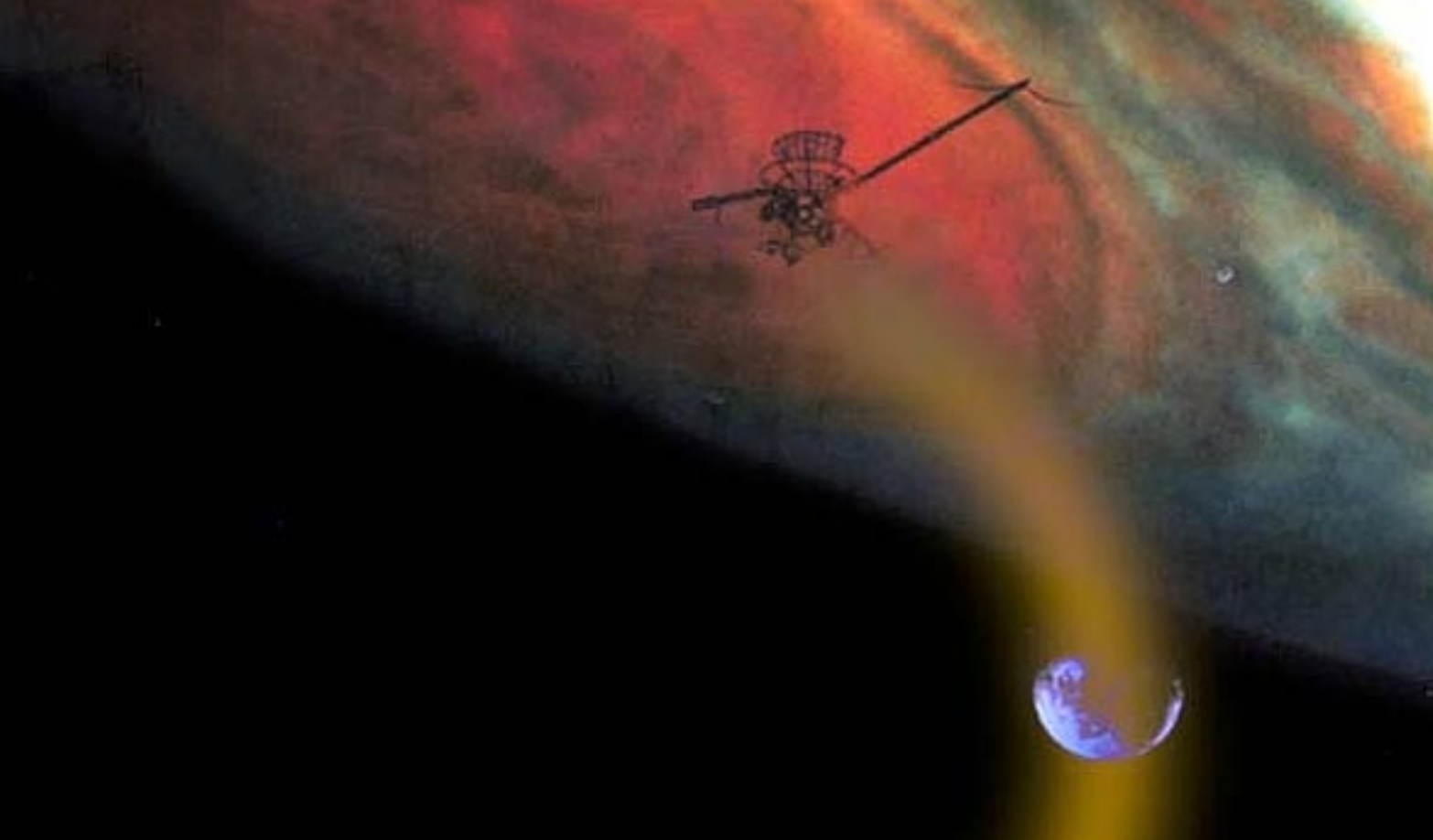
- Buckeridge, M., y J. Reid. "Major Cell Wall Storage Polysaccharides in Legume Seed. Structure, Catabolism and Biological Functions", *Ciencia y Cultura Journal of the Brazilian Association for Advancement of Science*, 48, 1996, pp. 153-162.
- Díaz-Pontones, D.M., y S. García-Lara. "Deposit of Galactomannan During Endosperm Development of *Ipomoea purpurea* (L.)" *Roth. Phyton* 66 (en prensa).
- Gliucksman, M. "Utilization of Natural Polysaccharide Gums in the Food Industry, *Adv. Food Research*", 11, 1962, pp. 109-200.
- Rasper, V. *Cereal Polysaccharides in Technology and Nutrition*, USA, 1994, American Association of Cereal Chemists.
- Whistler, R.; J. BeMiller, y E. Pashall. *Starch Chemistry and Technology*, USA, 1984, Academic Press.

2001

la Odissea interminabile

VICENTE QUIRARTE

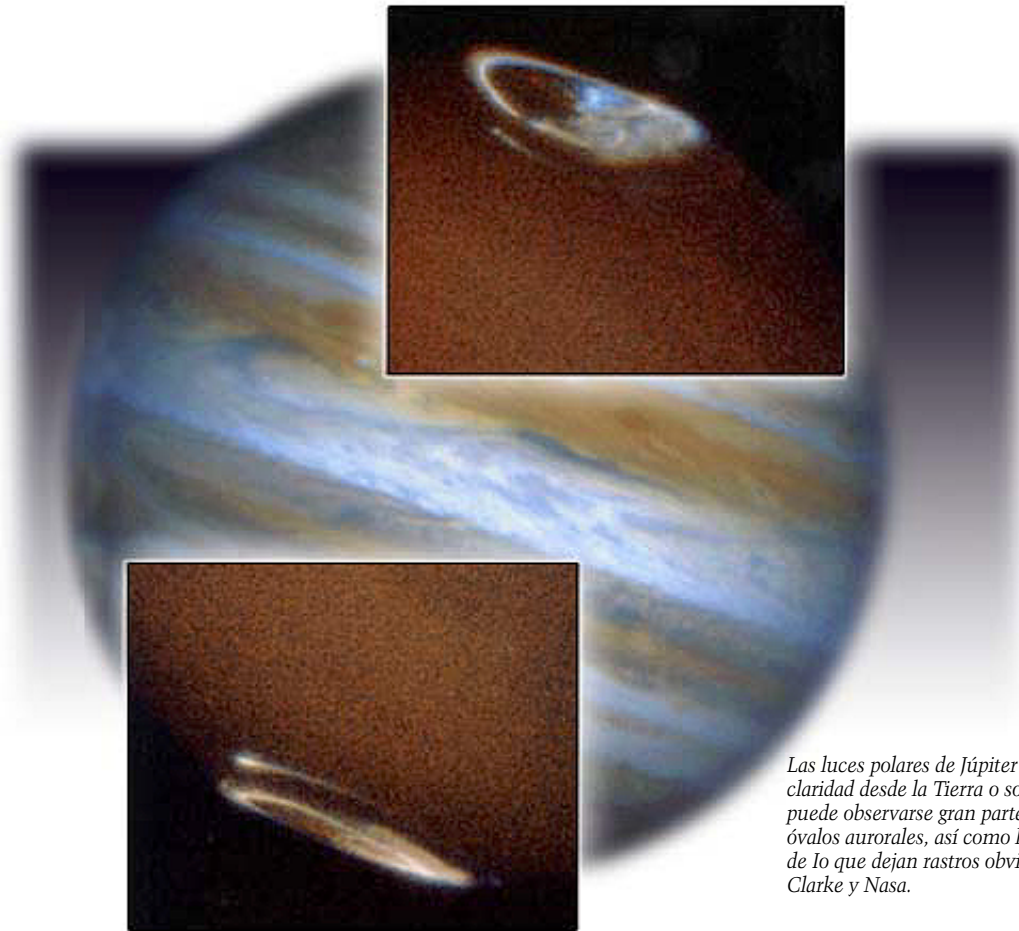




C

*A Silvia Torres Peimbert
y a los guardianes estelares de San Pedro Mártir*

Cada generación traduce la Odisea. Cada comunidad exige su derecho a hacer suya la gloria del trayecto azaroso y el desplazamiento heroico. Salir, atreverse, regresar en contra del obstáculo; en el camino enfrentar misterios, develarlos, son ritos de paso de quien traza con su cuerpo la palabra Odisea y, al escribirla con mayúscula, nutre con nueva savia al arquetipo. Los neoplatónicos vieron en el libro de Homero una alegoría del alma, la sucesión de las etapas que experimenta en su aventura terrestre. El movimiento disipa la melancolía. La acción nos vuelve, aunque sea por un instante, semejantes a los dioses. A la mitad del camino de la vida, Dante Alighieri emprende su viaje interior. El umbral de la selva oscura de su iniciación equivale a las columnas de Hércules que en el mundo antiguo señalaban los límites de lo cognoscible, en la era del espacio exterior, es la puerta de las estrellas.



Las luces polares de Júpiter jamás habían sido vistas con tanta claridad desde la Tierra o sondas espaciales. El la imagen puede observarse gran parte de la delgada estructura de los óvalos aurorales, así como las “huellas” de los tubos de flujo de lo que dejan rastros obvios de su despertar. Foto: John Clarke y Nasa.

En la segunda década del siglo XX, con pocos años de diferencia, James Joyce y José Vasconcelos reescriben *La Odisea*. Leopold Bloom, el hombre insignificante que en Dublín realiza la cotidiana tarea de vivir las 24 horas de la jornada y enfrentar los fantasmas y las criaturas tangibles que lo agobian, es hermano del Ulises que en la edición española de *La Odisea*, Vasconcelos lanza en edición de gran tiraje, para recordar al México posrevolucionario la aventura del héroe de cada día, aventura que él mismo, Ulises criollo, habrá de llevar al terreno de la acción. Ulises y la Odisea no mueren mientras la imaginación y la necesidad los transformen.

Así lo comprendimos los participantes en la mesa redonda “Revisión de la Odisea”, convocada por Fernando Macotela el 24 de febrero de 2001, como actividad inaugural de la XII Feria Internacional del Libro del Palacio de Minería. Se trataba de examinar, el primer año del nuevo siglo, las diversas lecturas que admite la película de Stanley Kubrick y Arthur C. Clarke, *2001: Odisea del espacio*. El biólogo Enrique Ganem, la matemática María Garza, el astrónomo Miguel Ángel Herrera y

quien esto escribe hablamos, desde nuestra respectiva disciplina, del asombro que despertó en nosotros la película y compartimos la manera en que la veíamos el año vaticinado tres décadas antes por un novelista y un cineasta. La iniciativa de Fernando Macotela, quien además de ser el moderador de la mesa expuso sus características e innovaciones técnicas, tuvo una respuesta inusitada. El público estaba integrado casi enteramente por jóvenes que no conocían la película de Kubrick, pero cuya primera infancia había transcurrido bajo el imperio de George Lukas, forjador de una mitología espacial que aún no termina, y donde la aventura logra la mejor de las fusiones con la técnica y la creación de personajes inolvidables.

El común denominador de los participantes en la mesa fue considerar la obra maestra de Kubrick y Clarke como uno de los acontecimientos decisivos de nuestra adolescencia, que transformó realidades imposibles en sueños verdaderos. Así lo sentimos, sin comprenderlo cabalmente, la tarde del 31 de octubre 1968 en que el cine Latino, gigantesca nave asentada en el Paseo de la Reforma, nos preparaba para la nueva Odisea que amparaba sus con-

jeturas en el entonces inimaginable año 2001. Arthur C. Clarke, ingeniero en aeronáutica y escritor, pionero en el diseño de satélites orbitales, había unido su talento a la visión del director Stanley Kubrick para ofrecer una imagen radicalmente distinta de la ciencia ficción: "De los estrechos límites de nuestro planeta, el hombre salta con valor, imaginación y técnica, a los espacios insondables", rezaba la publicidad del periódico *Excelsior*.¹ A la entrada de la sala era repartido entre los tripulantes –los espectadores– un folleto explicativo que al final desencadenaba nuevas dudas. Si la espectacular belleza de las imágenes nos dejaba con la boca abierta, el desenlace dejaba a nuestros pocos años con una insatisfacción que nos impulsaba a soñar con los ojos abiertos. Exasperante y seductora, como todo lo que en la vida vale la pena, la película nos dejaba tan frustrados como expectantes, tan insatisfechos como hechizados. Como los verdaderos clásicos, *2001 Odisea del espacio* necesitaba del auxilio del tiempo.

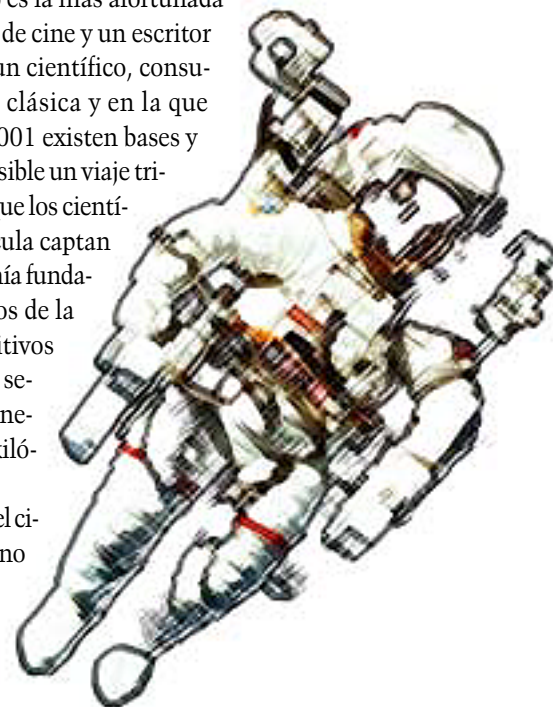
Entonces nuestro propio planeta era más grande, más inexplorado. No teníamos acceso inmediato a la relación entre el novelista y el cineasta. No existían discos compactos que incluyeran, además de la película, la técnica utilizada ni entrevistas con los autores. Imposible pensar entonces que un adolescente de clase media, sin posibilidad de adquirir revistas importadas, pudiera como ahora acceder desde su personal y doméstica computadora, desde su propia HAL, a la información venida de todas partes del planeta, y realizar cotidianamente su propia odisea sin moverse de su sitio. Tras la concepción de *2001: Odisea del espacio*, Kubrick seguiría su difícil y admirable tarea de no repetirse. Arthur C. Clarke continuaría la saga narrativa, concluida en *3001: La Odisea final*. Si bien en esta última novela el motivo más inquietante es la resurrección del astronauta Frank Poole, copiloto de la *Discovery* muerto por la computadora HAL, ya no tiene la poderosa carga metafórica de una novela y una película que modificaron radicalmente la manera de enfrentar, por un lado, las demasiadas obras de ficción en las que la ciencia deviene en caricatura inverosímil y, por el otro, las películas de escaso presupuesto y peor concep-

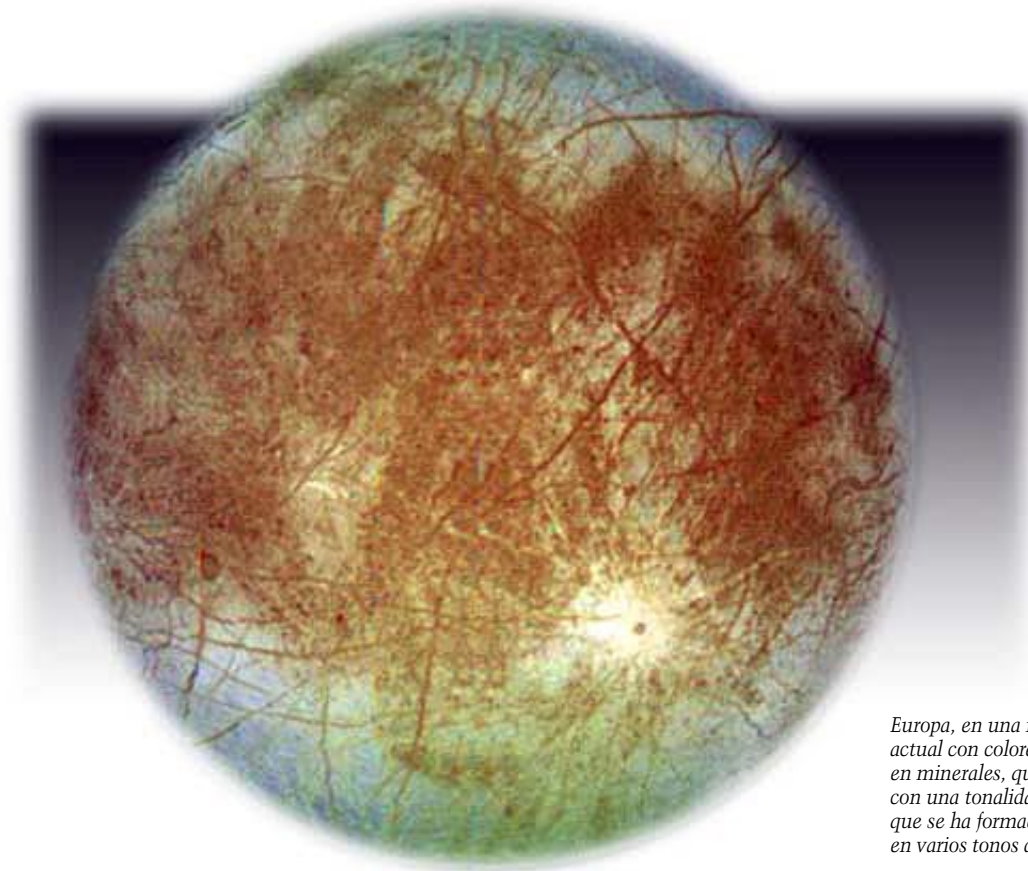
ción que llevaron a Ed Wood a convertirse en un genio del humor involuntario en una película como *Plan 9 from Outer Space*.

Contra el lugar común que afirma que la novela es mejor que la película, en la que nos ocupa una no existió sin la otra. Clarke y Kubrick trabajaron conjuntamente en un guión inicial de 130 páginas, mientras consultaban a innumerables autoridades y agencias científicas. Tiempo después afirmaría Kubrick: "Traté de crear una experiencia visual que superara los esquemas verbalizados y penetrara directamente en el inconsciente con un contenido emocional y filosófico... Intenté que la película fuera una intensa experiencia subjetiva que alcanzara al espectador en un nivel interior de conciencia, como hace la música."²

Cuando Kubrick y Clarke consumaron su aventura, el hombre daba inicio a la exploración espacial. En sólo una década había logrado avances considerables y la carrera parecía incontenible: en 1957, el *Sputnik* se convirtió en el primer instrumento en ser transportado a la órbita terrestre. Un poco después, la perra *Laika* fue el primer ser vivo que salió al espacio exterior. Finalmente, en 1961 Yuri Gagarin fue el primer humano que dio una vuelta a la Tierra en una nave espacial. Siete años después, Clarke y Kubrick, en la que acaso es la más afortunada relación entre un hombre de cine y un escritor que es al mismo tiempo un científico, consuman una obra que nació clásica y en la que proponen que en el año 2001 existen bases y colonias en la Luna y es posible un viaje tripulado a Júpiter. La señal que los científicos espaciales de la película captan desde el planeta gigante tenía fundamentos reales: a principios de la carrera espacial, los primitivos radiotelescopios captaron señales de radio desde el planeta situado a un billón de kilómetros.³

Muy tempranamente, el cine hizo del viaje espacial uno





Europa, en una imagen aproximada de su forma actual con colores más resaltados. El material rico en minerales, que brota de su parte inferior, aparece con una tonalidad café; mientras que el hielo puro, que se ha formado por diversas causas, se presenta en varios tonos de azul.

de sus temas obsesivos. El cuerpo celeste más próximo representaba el sujeto más seductor para la imaginación cinematográfica. No es casual que Georges Méliès, el primer cineasta que se valió del prodigioso invento para contar historias, fuera de profesión mago, y que en 1902 filmara *Un voyage a la Lune*. Antes de la fiebre espacial aparece *Destination Moon* (1950) donde se subraya que el hombre sale al espacio por cuestiones militares. Quien domine el espacio exterior, señala uno de los personajes, dominará el mundo. Kubrick y Clarke no deseaban continuar una saga que ensalzara a los Estados Unidos, la nación industrializada que desde la novela de Julio Verne, *De la tierra a la luna* (1873), vaticinó con asombrosa exactitud los pormenores y el sitio del lanzamiento, en un lugar de Florida.

En la mesa redonda antes aludida, el astrónomo Miguel Ángel Herrera habló sobre que la salida del hombre al espacio tuvo objetivos militares antes que científicos, mientras Enrique Ganem recordó la importancia simbólica y concreta de una de las escenas más notables en la historia del cine: tras descubrir en el hueso de un animal muerto la herramienta que le sirve para matar y sobrevivir, el hombre primitivo la arroja al aire: en la siguiente escena, el hueso se transforma en una nave espacial que

es en realidad –recuerda Ganem– una plataforma de proyectiles nucleares que, con su letal cargamento, propicia el equilibrio planetario.

Los héroes, como los poemas épicos, son cíclicos. Ulises y *La Odisea* no fueron la excepción. Necesitamos del viaje y de quien lo convierta en heroísmo. Yuri Gagarin parecía, en su momento, que iba a convertirse en el sucesor de Charles Lindbergh. Paradójicamente, la hazaña del joven tripulante del *Spirit of Saint Louis*, su odisea a través del Océano Atlántico, fue más espectacular para la imaginación colectiva: Lindbergh conquistaba un espacio que a la larga iba a resultar más posible para el común de los mortales. La nave que en 2001... transporta al doctor Heywood Floyd a la estación preliminar en la Luna ostentaba las siglas de PANAM, una compañía que, tras numerosos y trágicos accidentes, se retiró de la circulación. Sin embargo, es posible ahora hacer vuelos interplanetarios en una nave controlable y recuperable: el transbordador espacial cuyo funcionamiento básico conocen inclusive los niños y que ha sido considerada una de las ocho maravillas del siglo XX. El centenario doctor Salvador Zubirán se hallaba en lista de espera para el instante cuando pudiera realizar en el espacio exterior la odisea que había realizado en el planeta Tierra. El 27 de abril del



2001, el millonario Dennis Tito se convirtió en el primer viajero civil que salió al espacio exterior, tras un pago de 20 millones de dólares a la Agencia Espacial Internacional.

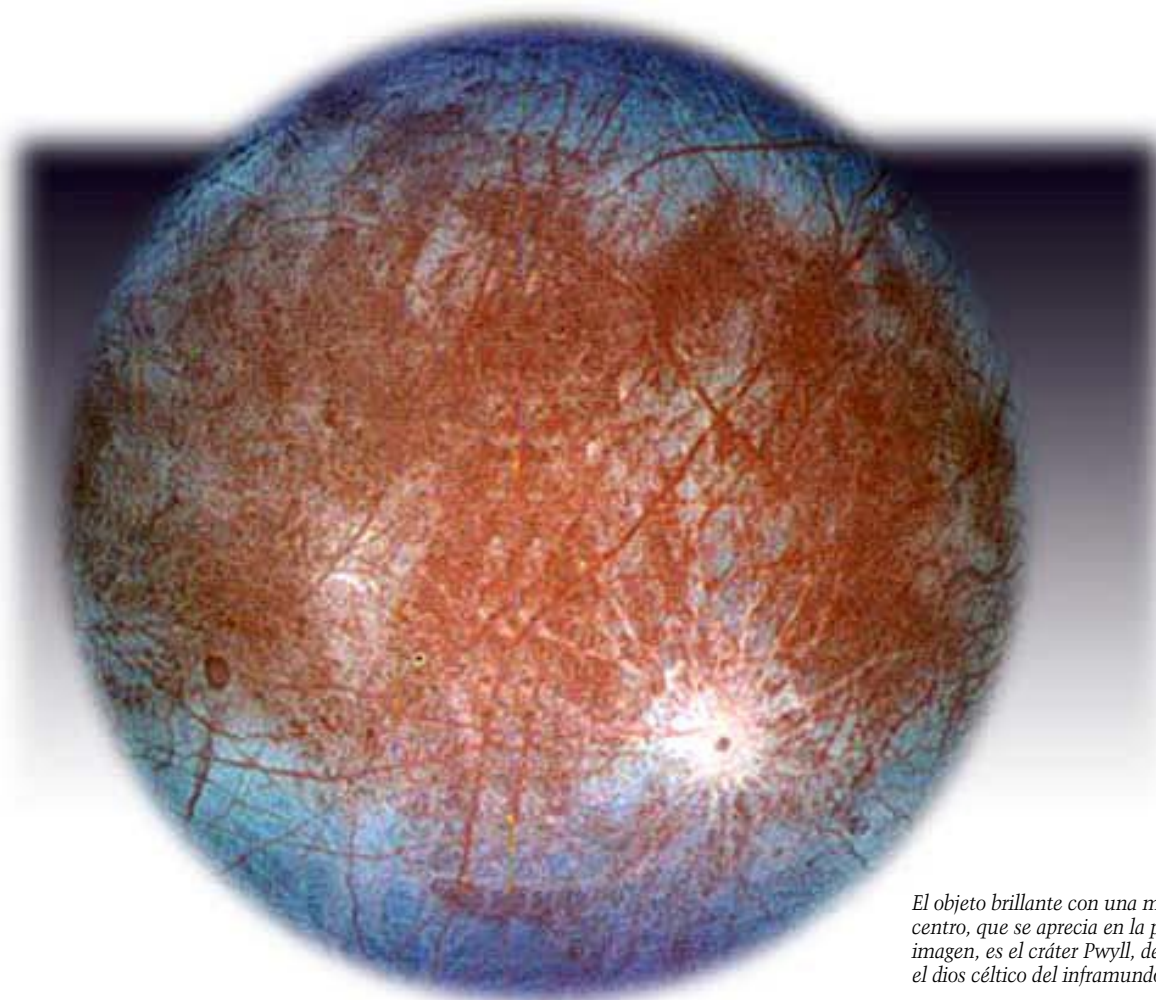
Mientras los deportistas son los gladiadores de la modernidad, a partir de la era espacial los astronautas son los héroes que estimulan la imaginación. Odiseo o Ulises es el héroe que en su invidualidad resume las virtudes de la Grecia clásica: valor, arrojo, astucia, inteligencia. Pero Odiseo es también, como lo ha visto M.I. Finley, el producto de una sociedad de bardos, héroes y dioses que tienen un sistema de ética y valores y que provienen de un mundo guerrero y laborioso:

Diomedes buscaba la victoria en la carrera de carros, como en el campo de batalla, ara él solo, para el honor de su nombre y en cierta medida para la gloria de sus parientes y compañeros. Más tarde, cuando el principio de comunidad logró dominar, la *polis* tomaba parte en la gloria, y a su vez procuraba hacer cantos de victoria e incluso estatuas públicas para conmemorar el honor que ella, la ciudad, había ganado por medio de uno de sus hijo atléticos. Y con la sustitución del egoísmo casi puro del honor heroico por el orgullo cívico, hubo todavía otro que ocupó el lugar del oro y del cobre y de las mujeres cautivas como premio del vencedor.⁴

En una película tan innovadora como la de Kubrick, y en la novela que Clarke escribía sobre la marcha, resultaba fundamental despertar en el espectador o el lector una admiración semejante a la que experimentamos, todavía hoy, al seguir las aventuras de Odiseo en su intento por volver a casa. Cuando decimos la palabra espacio, de inmediato nos vinculamos al espacio exterior, a la *terra incognita* donde no sabemos aún, con plena certeza, la clase de compañía en la que nos hallamos. En los tiempos heroicos de Homero, el navegante, con todo y ser dueño de sus recursos, no tenía un conocimiento seguro de dónde

terminaba el mar y, por lo tanto, del punto donde terminaba la vida conocida y daba comienzo el abismo. De ahí que la poderosa imaginación del poeta conjurara la aparición de seres prodigiosos, llamados sirenas, Circe y cíclope. Odiseo y sus compañeros de aventura están constantemente amenazados por obstáculos materiales, filtros de hechiceras y caprichos de los dioses. Los tripulantes de la nave *Discovery* no enfrentan los peligros espaciales que habían sido los recursos tradicionales del cine y que a fines del siglo XX serían reivindicados gracias al genio de George Lukas: lluvias de aerolitos, criaturas asombrosas, efectos de la velocidad en el cuerpo humano. En el 2001 de la película, la técnica ha alcanzado grados de sofisticación que permite la navegación espacial sin obstáculos. El mayor enemigo, durante el viaje, lo constituirá la super-computadora HAL 9000, cuyo ojo inmóvil acompaña la voz persuasiva y amigable que establece una comunicación lo más humana posible con los tripulantes de la nave. De ser el sexto pasajero, HAL se convierte en la cabeza del motín, en la entidad que, a semejanza de los dioses en *La Odisea*, desea la destrucción del otro en nombre de su propia soberbia. Como Odiseo, David Bowman tiene que apagar el ojo de cíclope, con lo cual despoja a la máquina de la posibilidad de tomar decisiones.

La Odisea debe su nombre al nombre propio de quien encabeza la hazaña. Odiseo y los hombres. Odiseo y los otros. Sólo el héroe tiene nombre, sólo él alcanza la categoría para triunfar sobre la fatalidad. En la película de Kubrick, la actuación del paisaje y los objetos es tan protagónica, que los actores parecerían innecesarios. En efecto, la película formula la ocupación del espacio como un baile de engranes donde la precisión y la belleza firman un pacto indisoluble. Pierre Reverdy afirmaba que la metáfora es una creación pura del espíritu que surge a partir del encuentro entre dos ideas lo más alejadas de sí. Así la película: La música se inserta en la imagen para crear un efecto nuevo, por sorpresivo. Quienes no sabemos bailar y asociábamos la obra de Strauss al rito de paso de los quince años modificamos radicalmente nuestra manera de escuchar *El Danubio Azul*. La precisa belleza de los componentes que ocupan el espacio, la blan-

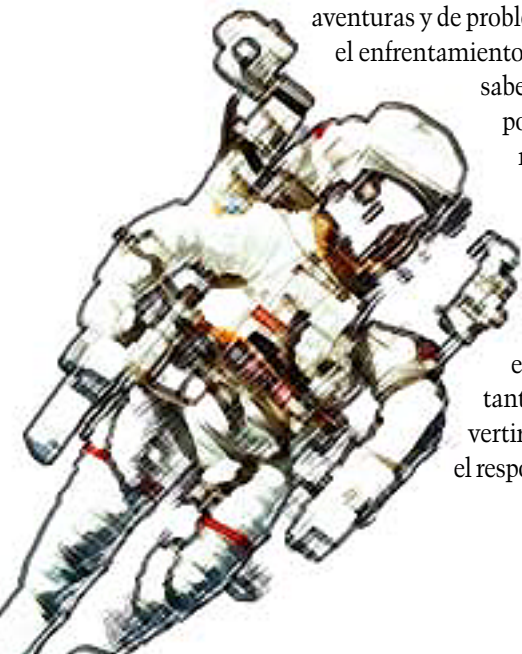


El objeto brillante con una mancha oscura en el centro, que se aprecia en la parte baja de la imagen, es el cráter Pwyll, denominado así por el dios céltico del inframundo.

cura impoluta de las herramientas humanas, los sonidos del silencio sólo interrumpidos por la respiración del astronauta, subrayan la lectura que en los años veinte los Contemporáneos hicieron del libro de Homero cuando señalaron que *La Odisea* no es un libro de aventuras sino de problemas. Habría que añadir que la película de Kubrick y la narrativa de Clarke hacen de la Odisea un libro de aventuras y de problemas. Aventura del hombre en el enfrentamiento con el obstáculo; problema de saber quiénes somos, hasta dónde podemos llegar y en qué nos vamos a convertir. Los timbales y las trompetas de *Así hablaba Zaratustra*, que abren y cierran la película, son la clave para solucionar parcialmente el enigma: David Bowman está dejando de ser el representante de la raza humana para convertirse en el nuevo hombre. De ser el responsable de una tecnología y una

nación que le ha permitido llegar a los confines del Universo, Bowman, se convierte en el náufrago sideral que, confiado en su valor e inteligencia personales, habrá de descifrar el gran enigma y ser por ello el vencedor de algo más grande que una *polis*: la raza que hasta su contacto con la otredad se había denominado humana.

Tanto una gran película como una novela maestra de ciencia ficción exigen de sus autores artesanía, verosimilitud y espectacularidad convincente. Con los escasos recursos técnicos y económicos de los años cincuenta, *Destination Moon* tuvo un especial cuidado en los efectos, que llevó a la película a recibir uno de los premios de la Academia. La maestría en los efectos especiales, obra de Douglas Trumbull, no basta para crear una obra maestra. *2001: Odisea del espacio* es una obra maestra cuyas dos horas 19 minutos podemos ver este año con el mismo asombro que en 1968 y con una pasión renovada. La naturaleza imita al arte: la llegada al planeta desconocido—Júpiter en la película, Saturno en la novela—es de una perturbadora belleza. Kubrick y Clarke tuvieron el talento para expresar, en imágenes visionarias más que des-



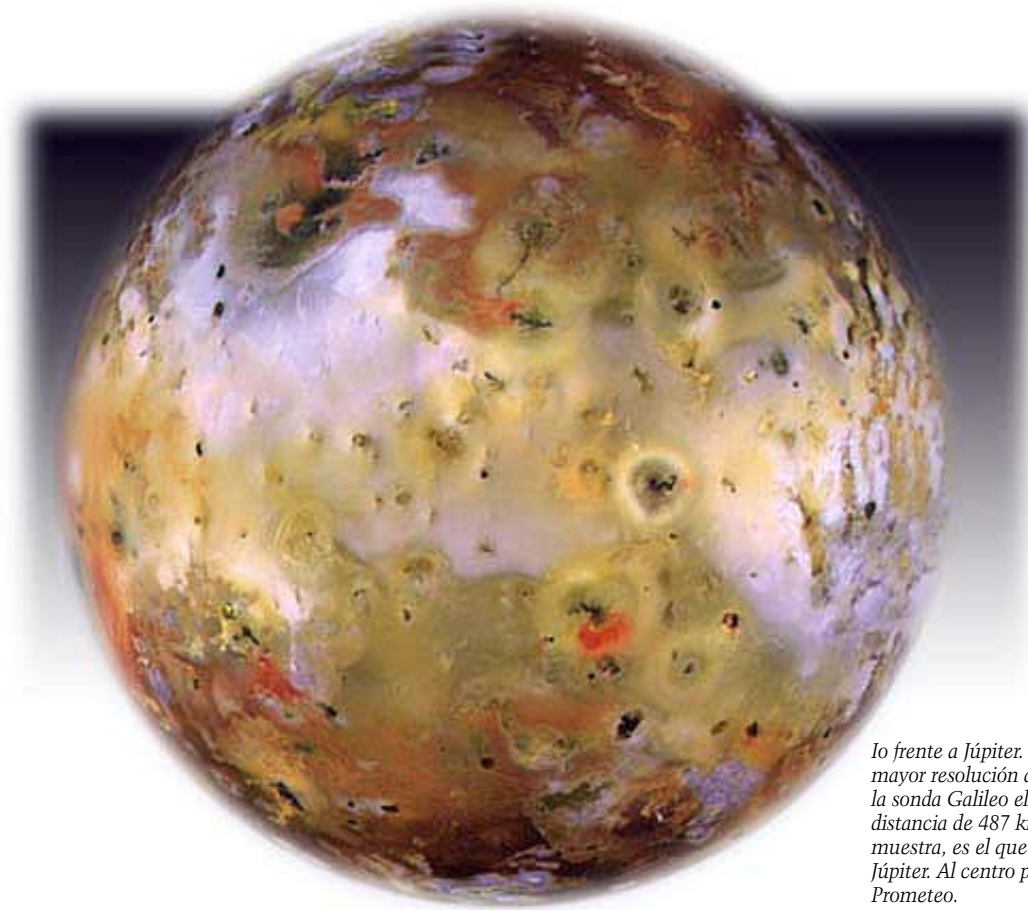
criptivas, imágenes que han sido comprobadas posteriormente por las fotografías tomadas por las naves *Voyager* y *Galileo*. La pulcritud y el carácter visionario de cada escena convierten la aventura de la *Discovery* y sus antecedentes en una metáfora de lo que en este 2001 aún no somos, de lo que acaso no queremos ni podemos ser. Lejos estamos de intentar un vuelo tripulado a Júpiter. Sin embargo, las imágenes recogidas por los satélites que emprendieron su odisea a Júpiter un lustro después de la película, denotan el carácter visionario del artista. A raíz de que el *Voyager* descubrió que el satélite Europa estaba formado por una gran costra de hielo, Clarke formuló en su novela *2010* la posibilidad de que existieran formas orgánicas de una civilización superior. Así lo explicó en 1972 Arthur C. Clarke, en el prólogo al libro *The Challenge of Stars*, ilustrado por el pintor David Hardy: "Las fotografías de la Tierra tomadas desde la cápsula Geminis, y las fotos de la Luna captadas desde el Orbiter y el Apolo, lo han confirmado en gran parte, pero no han sustituido las creaciones de los pintores de los astros... el artista astronómico, como el escritor, siempre estará delante del explorador. Representará escenas que no corresponden exactamente a la realidad a causa de su peligro o su lejanía en el espacio o el tiempo. Sólo mediante el ojo de la imaginación podemos observar la formación de los planetas, la explosión de una supernova, la superficie tersa de una estrella neutrón, o la vista de nuestra propia galaxia, observada desde las islas de la orilla: las nubes magallánicas."

Lejos estamos de intentar en fechas próximas un viaje tripulado a Júpiter, si bien, como señala Carl Sagan, existe la capacidad técnica para fabricar una nave que alcance la velocidad de la luz e intente un viaje tripulado a la galaxia más próxima, el cual llevaría 43 años. Sintomáticamente, el prototipo nuclear Orión, diseñado por Theodore Taylor y Freeman Dyson, tiene un gran parecido con la nave *Discovery* de la película. Sagan propone que en un futuro no tan lejano pueden surgir los viajes que, a semejanza de la construcción de las pirámides o las catedrales, involucren a varias generaciones. Tenemos la capacidad técnica para crear una máquina con casi todas

las características y capacidades de HAL, pero, se pregunta María Garza, ¿estamos interesados en dar a luz a un monstruo semejante, capaz de realizar mejor que nosotros muchas funciones, emocionarse con nosotros, como nosotros, y completar el esquema tradicional de la criatura artificial, que termina por destruir a su creador?

Al igual que quien se asoma por primera vez a un telescopio profesional con la esperanza de descifrar inmediatamente el Cosmos y sufre una desilusión, los espectadores de *2001...*, repuestos del asombro visual y la sacudida emocional de la película, buscan respuestas en la novela de Clarke, quedan frustrados en una primera aproximación. Sin embargo, en la relectura descubren que una de las grandes virtudes del libro es la precisión aforística de las frases que cierran los capítulos, la lentitud narrativa con la cual el autor establece un paralelo con el desplazamiento de la nave que, como en el poema de Xavier Villaurrutia, constituye una extraña forma de la quietud. En combinación con el cineasta, Clarke forjó imágenes que resultaran aún más inquietantes que la llegada de David Bowman a un espacio aparentemente doméstico, donde todo parece decirle que se encuentra en un ámbito doméstico, aunque Bowman está descubriendo en realidad el carácter siniestro de estar en otra parte, de estar convirtiéndose en otro.

2001: A Space Odyssey. El artículo definido propone que hay varias odiseas, pero que una, a partir de la palabra, determinó los subsecuentes viajes realizados en que el heroísmo y el descubrimiento, el obstáculo y la imposibilidad, se alían para que el viaje adquiera las dimensiones épicas que le otorgan un sitio de honor en la memoria colectiva. Nuestro conocimiento sobre el hombre y su funcionamiento ha avanzado considerablemente. Sin embargo, no cambia la necesidad de contar con un héroe que consume una gran aventura, aunque ésta consista en la diaria tarea de salir de su casa y regresar a salvo, en pos de su puerto y su Penélope. "Y luché contra el mar toda la noche, desde Homero hasta Joseph Conrad", escribió Gilberto Owen en *Sindbad el varado*, uno de los grandes poemas del siglo XX, en el que se demuestra una vez más que todo viaje en el espacio es, más profundamente, una



Io frente a Júpiter. Hasta la fecha, esta es la imagen de mayor resolución de la luna volcánica, y fue tomada por la sonda Galileo el 7 de septiembre de 1996, a una distancia de 487 kilómetros. El lado de Io que se muestra, es el que permanentemente da la espalda a Júpiter. Al centro puede observarse al volcán activo Prometeo.

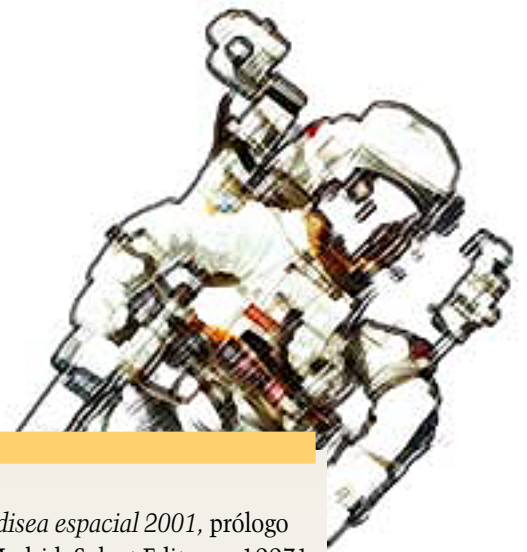
reflexión sobre la condición humana y su perpetua errancia en busca de su razón de ser.

La idea de Clarke, en su momento innovadora, de que la vida extraterrestre se manifestara mediante formas distintas a las familiares, ha sido continuada por otros autores, y su verosimilitud es mayor en la medida en que se realizan nuevos descubrimientos. Las imágenes captadas tanto por las naves *Voyager* como *Galileo* aún están siendo utilizadas por los astrónomos que en ellas hacen nuevas lecturas del Universo. Un *alien* puede ser el enigmático monolito de Clarke y Kubrick, pero también una galaxia en busca de energía solar, como lo desarrolla el astrónomo Fred Hoyle en su novela *The Black Cloud*. Clarke siguió muy de cerca los viajes al gigante de los planetas, que Daniel Fischer desarrolla detalladamente en su libro *Mission Jupiter*, y antes fue un importante comentarista para CBS durante el proyecto espacial Apolo.

En 1969, un año después de la película de Kubrick y Clarke, da inicio el proyecto OPGT (Outer Planets Grand Tour), que inaugura el programa de las naves *Pioneer* y, por lo tanto, una nueva forma de odisea. El 3 de diciembre de 1973, una nave controlada por el hombre voló a 131 000 kilómetros por encima de las nubes de Júpiter. El 7 de diciembre de 1995, la nave *Galileo*, dotada de dos

décadas de avances tecnológicos en un mundo que ha perfeccionado las comunicaciones en un nivel más asombroso del que imaginaron Kubrick y Clarke, llegó a 890 kilómetros del satélite Io, para hacer tomas espectaculares sobre la incesante actividad volcánica que tiene lugar en ese cuerpo. En agosto de 2003, la nave *Galileo* se impactará contra Júpiter. Bautizada con el nombre del científico italiano que descubrió los satélites del planeta gigante, la nave hará contacto directo con el cuerpo que en 1610 fue mirado por los ojos del genio. La Odisea había sido lograda desde el momento en que la nave comenzó a enviar, desde un billón de kilómetros, las primeras imágenes a la Tierra. Sin embargo, del mismo modo en que las hazañas de Odiseo y sus compañeros dieron pie a los sueños de sucesivas generaciones, los hallazgos de Galileo son el principio de innumerables investigaciones que nos ayudarán a comprender la estructura de nuestro planeta a partir de su relación con los otros cuerpos celestes.

En un artículo aparecido en la revista *National Geographic*, Arthur C. Clarke mencionaba lo que en la era del espacio y en el umbral del año 2001 es posible llevar a cabo y lo que por el momento está postergado. La conquista de Júpiter o Saturno no están en los planes inmedia-



tos de la NASA, pero la pregunta retórica que se formula Clarke resulta fundamental en nuestra confrontación con el enigma: “¿Dejaremos a nuestros vecinos planetarios sin alteración, o los modificaremos para acercarlos a los deseos de nuestro corazón?” Debemos respetar el derecho del otro, de los vecinos distantes con los cuales no ha sido posible establecer, de manera unánime, un encuentro cercano del tercer tipo, pero no tenemos derecho a clausurar la imaginación. Moonwatcher, el mono casi hombre, el hombre casi mono que con su encuentro con el monolito da inicio a una historia de tres millones de años, y el David Bowman que se convierte en el embajador del planeta Tierra para el nacimiento de una nueva forma de vida, son dos polos del enigma. Clarke y Kubrick apostaron por la poesía y dieron una vuelta de tuerca al cine y a la novela de ciencia ficción. Mientras más vemos la película, más vemos en ella. Como en el poema de Rilke, sus imágenes y su arquitectura interior nos recuerdan que la belleza es el principio del terror que todavía podemos soportar.

En su odisea espacial, David Bowman como el último tripulante de la *Discovery* recorre 752 millones de kilómetros y tarda seis años en llegar a su destino. Nosotros hemos tardado, según la idea de Clarke, tres millones de años en salir al espacio y extender nuestro pensamiento y nuestras comunicaciones. Sin embargo, tanto Moonwatcher como David Bowman, tanto el hombre de las cavernas como el hijo de las estrellas, voltean con el mismo temor y temblor a mirar el cielo y preguntarse sobre nuestra finitud. Arthur C. Clarke profetizó, en uno de sus mejores cuentos, que el Universo no tendría razón de ser y, por tanto, llegaría a su fin, en el momento en que se conociera el verdadero nombre de Dios. El siglo XIX decretó su inexistencia. El XX insistió en desaparecerlo y le dio nuevos nombres. Al igual que Moonwatcher, volteamos al cielo cuajado de estrellas en el Observatorio Astronómico de San Pedro Mártir con la certeza de que el ojo desnudo es el instrumento más apto para interrogarse sobre el privilegio de tomar conciencia de nuestra finitud ante un infinito que cada noche despliega su enigma ante nosotros. ●

Bibliografía

- Clarke, Arthur C. *Una odisea espacial 2001*, prólogo de Román Gubern, Madrid, Salvat Editores, 1997 (Biblioteca Básica Salvat, 52).
- . *3001: Odisea final*, traducción de Daniel R. Yagolkowski, Buenos Aires, Emecé Editores, 1997.
- Couper, Heather y Nigel Henbest. *Endless Universe. The Story of Space, Time and the Search for Life Beyond our Planet*, illustrated by Luciano Corbella, New York, Covent Garden Books, 1999.
- Fischer, Daniel. *Mission Jupiter. The Spectacular Journey of the Galileo Spacecraft*, New York, Springer-Verlag, Copernicus Books, 2001.
- Finley, M.I. *El mundo de Odiseo*, traducción de Mateo Hernández Barroso, México, Fondo de Cultura Económica-Secretaría de Educación Pública, 1984, (Biblioteca Joven).
- Kagan, Norman. *The Cinema of Stanley Kubrick*, New York, Continuum, 1999.
- Peimbert, Manuel (compilador). *Fronteras del Universo*, México, Secretaría de Educación Pública-Fondo de Cultura Económica-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2000, (La ciencia para todos, 176).
- Sagan, Carl. *Cosmos*, traducción de Miquel Muntaner y María del Mar Moya Tasis, 19ª. ed., Barcelona, Editorial Planeta, 2001.

Referencias

- 1 *Excelsior*, México D.F., 31 de octubre de 1968.
- 2 Citado por Norman Kagan, *The Cinema of Stanley Kubrick*, New York, Continuum, 1999, p. 145.
- 3 Daniel Fischer, *Mission Jupiter. The Spectacular Journey of the Galileo Spacecraft*, New York, Springer-Verlag, 2001, p. 207.
- 4 M.I. Finley, *El mundo de Odiseo*, México, Fondo de Cultura Económica-Secretaría de Educación Pública, p. 146.



Mejoramiento genético de los *arroz* en México

LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN*

* Responsable del Proyecto de Arroz Híbridos y Líder Nacional de Investigaciones Arroceras del INIFAP, con sede en el Campo Experimental Zacatepec, Apdo Postal núm. 12, Zacatepec, Mor., CP. 62780; tel. (01-734) 3-07-99; fax (01-734) 3-38-20; correo electrónico inizacmo@jojutla.podernet.com.mx

Híbridos

H

Introducción

El arroz es una planta anual, de lígula larga y erguida, de panícula profusa con espiguillas (florejillas) híspidas, aristadas y oblongas, cuyos órganos de reproducción masculinos y femeninos se hallan en la misma flor (hermafrodita), con glumas cortas. En la fecundación del ovario por el polen se forma el grano constituido por un cariósipide óvalo-oblongo, alargado o corto, cuyo endospermo es amiláceo. El arroz pertenece al género *Oryza* (que significa oriental) y a la especie *Sativa* (que significa cultivado), nombre científico del arroz asiático, pero existe otra especie que se siembra en África Occidental, denominada *Oryza glaberrima*, (Hernández. 1993).

Como la planta de arroz es monoica y su reproducción autogámica, debido a que sus florecillas son cleistógamas, el porcentaje de cruzamientos resulta relativamente bajo. Por esta razón y porque se carecía de fuentes de esterilidad masculina, el mejoramiento genético de este cereal en México durante los últimos 30 años sólo había consistido en la creación de variedades puras, también denominadas convencionales, cuyo avance generacional en las progenies, hasta la selección de líneas homocigotas, se ha obtenido por autofecundación.

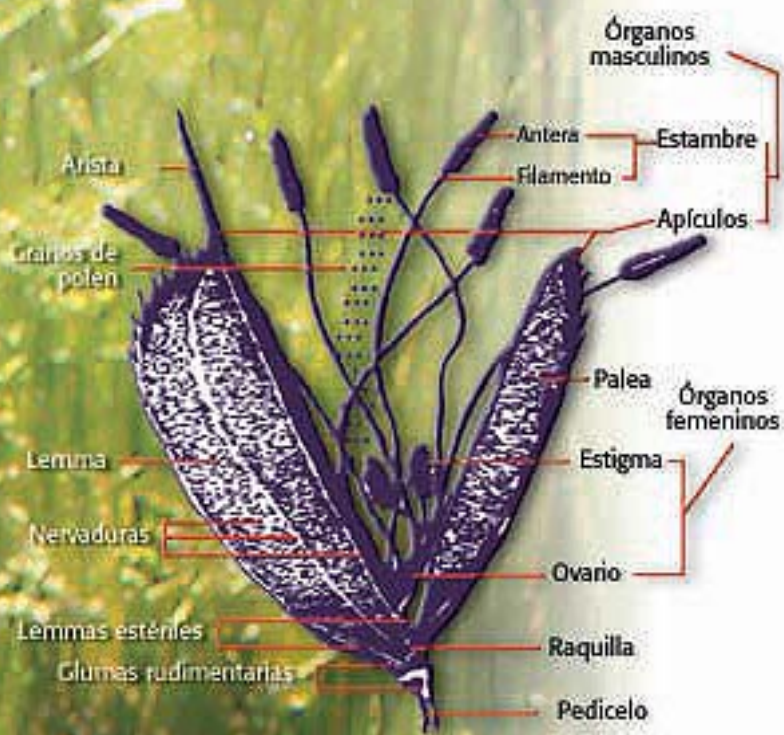


Figura 1. Partes de una espiguilla (floreccilla) de arroz, en la que se identifican los dos órganos de reproducción (femeninos y masculinos).

Mejoramiento genético convencional del arroz

La variedad de arroz convencional es todo genotipo autógeno obtenido mediante cruzamientos manuales entre dos o más progenitores donantes de ciertas características de interés agrícola e industrial, y por subsecuentes procesos de selección en las generaciones F_2 a F_5 ó F_6 , hasta la obtención de líneas homocigotas; las sobresalientes pueden convertirse en nuevas variedades, si es que muestran alta productividad en los ensayos de rendimiento y estudios de parámetros de estabilidad, y confirman la calidad industrial de su grano en el laboratorio.

La metodología que se ha aplicado en México para la generación de variedades convencionales es la misma que se sigue en la mayoría de las plantas autógenas (trigo, cebada, avena, jitomate, frijol, soya, etc.), la cual involucra las siguientes fases: elección de progenitores, realización de cruzamientos intervarietales (que implica la emasculación de las florecillas de los progenitores femeninos), y polinización manual de las florecillas previamente emasculadas con el polen de los progenitores masculinos. Después, mediante la aplicación de diferentes métodos de selección de las mejores progenies en generaciones tempranas (F_2 - F_4) y avanzadas (F_5 - F_n), hasta obtener las líneas puras (homocigotas), puede generarse una nueva variedad de arroz. En variedades convencionales se acumulan genes para rendimiento, que sólo responden por homocigosidad y cuyo desarrollo implica dar los pasos siguientes:

1. **Elección de progenitores.** Las características básicas para su inclusión en el programa de cruzamientos son: potencialidad de rendimiento, resistencia a enfermedades, tipo de planta aceptable con ciclo vegetativo de precoz a intermedio, y buena forma, tamaño y calidad del grano.
2. **Programa de cruzamientos.** Con los mejores progenitores se llevan a cabo diferentes tipos de cruzamientos: simples (entre dos progenitores), triples (entre tres), múltiples (entre cuatro o más) y sus diferentes

variantes, como regresivas o cruza fraternal, según los objetivos del Programa de fitomejoramiento.

3. Métodos de selección

- a). Selección genealógica. En los primeros años de la aplicación del Programa de Cruzamientos en el sureste de México (1972) se aplicó este método de selección, desde las primeras generaciones (F_2 - F_3) hasta la obtención de líneas puras (F_6 - F_7), para obtener las primeras variedades convencionales temporaleras resistentes a la enfermedad conocida como quema del follaje, causada por el hongo *Magnaporthe grisea* (antes *Pyricularia oryzae*). El producto prototipo de esta metodología lo representó el denominado Campeche A80, que fue la primera variedad generada en México por cruzamientos manuales (Hernández y Rodríguez, 1982).
- b). Selección masal modificada. Debido a lo laborioso que resulta evaluar la resistencia a dicha enfermedad y a los altos costos de operación, este método fue cambiado por el de selección masal modificada, que consiste en elegir una o dos panículas de cada una de las mejores plantas de determinada población, de la F_2 a la F_4 o F_5 , metodología que se adecua especialmente para el manejo de progenies provenientes de cruzamientos fraternales, en los que el grado de parentesco entre los progenitores es alto, lo cual permite fijar características altamente deseables, como el tipo y la calidad del grano. La variedad Morelos A88 fue generada en Zacatepec, Mor., por este método de selección; sin embargo, como su grano es similar al de la variedad Milagro Filipino Depurado (IR8), no fue aceptada por la industria arrocera morelense.
- c). Selección masal modificada y combinada con selección por semilla. Recientemente, también en Zacatepec, se ha estado aplicando con éxito el método de selección masal modificada y combinada con la selección por semilla individual y rápido avance generacional. Este método ha presentado varias ventajas sobresalientes, ya que mantiene la variabilidad de la población original, lo cual facilita el manejo de generaciones tempranas (F_2 - F_3) y permite que la selección



Emasculación de espiguillas para cruzamientos manuales para la generación de seriedades convencionales de arroz.



Colecta de espiguillas para observación de la esterilidad del polen en el microscopio.

se efectúe en generaciones avanzadas (F_4 - F_5). Por este medio se han creado las variedades Morelos A92 y Morelos A98, que bajo riego por trasplante dan rendimientos comerciales medios de 10 ton/ha y similares rendimientos por siembra directa en condiciones experimentales (Salcedo, 1998).

- d). Selección recurrente. Este método de selección se usa frecuentemente en el mejoramiento genético de plantas alógamas como el maíz, y en la actualidad, para el caso del arroz se evalúa su posible aplicación, a fin de aumentar la frecuencia de genes favorables para incrementar el rendimiento y otras características agrónomicamente deseables, como la precocidad duran-

te los ciclos repetidos de selección. Mediante la elección de progenitores con características fenotípicas específicas para incluirlos en cruzamientos triples y por selección recurrente, se trata de desarrollar nuevas variedades convencionales de arroz con otro tipo de planta, constituido por sólo 10 ó 12 tallos, todos productivos, con panículas más largas y mayor número de granos en cada una; este nuevo ideotipo ha sido catalogado como “super arroz” (Khush, 1995).

Mejoramiento genético de los arroces híbridos

No obstante que en el mejoramiento genético de las variedades convencionales del arroz se aplican nuevos métodos de selección, se estima que el rendimiento de éstas está por llegar a sus techos máximos de producción, y como en México se requiere sembrar más arroz sobre menor extensión de tierra, con menos agua y con los mismos insumos que se aplican en el cultivo de variedades convencionales, se prevé que la alternativa para lograrlo puede ser mediante los arroces híbridos (Hernández y Salcedo, 1996). Esta tecnología se está desarrollando en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar), con los apoyos operativos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y de la Fundación Produce Morelos, A. C. En los arroces híbridos se fincan grandes expectativas para aumentar la producción nacional de este cereal, del cual se espera que los productores arroceros mexicanos podrán obtener de 30 a 35% más de rendimiento que el logrado con el cultivo de variedades convencionales, aplicando los mismos insumos y similares costos de producción. Las ventajas de los arroces híbridos sobre las variedades convencionales se pueden resumir principalmente en los siguientes puntos (Hernández, 1996):

1. En la etapa de plántula, el crecimiento y desarrollo inicial del follaje y de la radícula son más rápidos, por lo que el cubrimiento del suelo tiene mayor efectivi-

dad lo que se refleja en mejor competencia del cultivo sobre las malezas, y considerable aprovechamiento de los fertilizantes y el agua.

2. En la planta adulta se incrementa la fortaleza de los tejidos y de la materia seca total, aumentando el número de espiguillas por metro cuadrado y el peso de mil granos. Estos factores inciden en que los rendimientos sean mayores

El mejoramiento genético de los arroces híbridos difiere del que se practica en variedades convencionales, en cuyos híbridos los genes para rendimiento funcionan por heterosis; este fenómeno, a menudo empleado como sinónimo de “vigor híbrido”, constituye el producto del cruzamiento entre dos progenitores de diferente constitución genética, y no obstante que la expresión heterótica está confinada sólo a la primera generación (F_1), cuando ya se cuenta con arroces híbridos comerciales, los productores tendrán que adquirir semilla fresca en cada ciclo del cultivo, para establecer sus siembras comerciales tal como actualmente lo hacen en sus siembras de maíces o sorgos híbridos.

Sin embargo, la planta de arroz es estrictamente autopolinizable, como se mencionó al principio, y para desarrollar variedades híbridas es esencial disponer de sistemas de esterilidad masculina, los cuales, por métodos genéticos, hacen que el polen no resulte viable y sus espiguillas sean incapaces de producir semillas por autofecundación. En consecuencia, sólo las plantas de las líneas parentales A o TGMS en híbridos de tres y de dos líneas, respectivamente, que poseen esterilidad masculina, pueden ser usadas como progenitores femeninos de un híbrido comercial (Yuan, 1977).

Los sistemas de esterilidad masculina, que se están usando para el desarrollo de arroces híbridos en el Campo Experimental Zacatepec dependiente del INIFAP, son dos:

1. Esterilidad citoplásmica genética masculina (CMS). Los genes que gobiernan este tipo de esterilidad se ubican en el citoplasma, y los genotipos con tal carácter

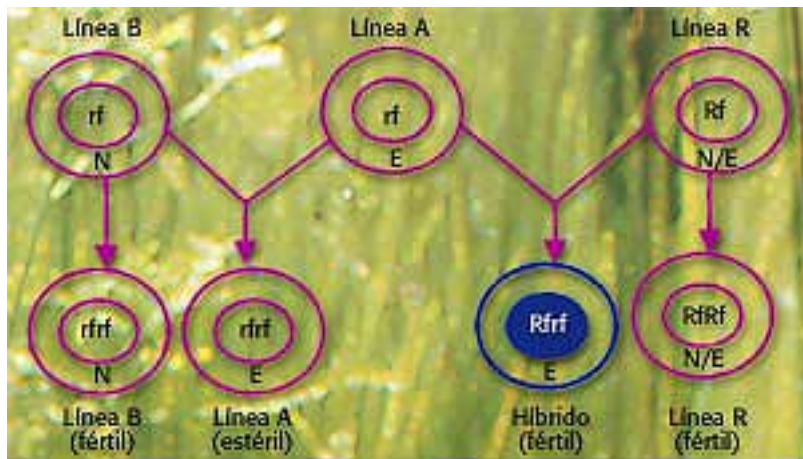


Figura 2. Descripción esquemática del sistema de esterilidad citoplásmica genética masculina (CMS)

se identifican como líneas CMS, las cuales para su conservación y utilización requieren de una línea isogénica que se denomina mantenedora de la esterilidad (B) y para la producción del híbrido (F_1) necesita cruzarse con otra línea llamada restauradora de la fertilidad (R). Para multiplicar la semilla de la línea estéril (CMS) correspondiente, es necesario cruzarla con su línea mantenedora (B), que es similar a la CMS, la cual es fértil por su citoplasma normal; luego, al cruzar la línea CMS también denominada A (cuya esterilidad ha sido previamente mantenida como se ha dicho) con la línea restauradora de la fertilidad (R), que posee genes nucleares de restauración de la fertilidad, la generación resultante (F_1) la constituye el arroz híbrido llamado de tres líneas. En la gráfica siguiente se describe este sistema de esterilidad masculina (Shinjyo, 1975).

2. Esterilidad genética masculina nuclear. Recientes descubrimientos sobre este mecanismo, que es afectado por la temperatura (TGMS), están adquiriendo gran importancia en los programas de mejoramiento genético para la formación de arroces híbridos de dos líneas, por medio de los cuales es posible incorporar mayor efecto heterótico, y al respecto, el INIFAP realiza investigaciones básicas de campo, laboratorio e invernadero. De manera diferente al sistema citoplásmico (CMS), el nuclear (TGMS) no requiere de una línea mantenedora de la esterilidad para la multiplicación de la semilla de una línea androestéril, ya que para producir un híbrido (F_1) sólo se necesita la

línea TGMS y un progenitor polinizador; de ahí que este sistema sea más simplificado que el CMS en la producción de semilla híbrida, y además cualquier línea fértil o variedad convencional puede utilizarse como progenitor masculino, con la condición de que sea de ciclo similar a la línea estéril TGMS; así la frecuencia de los híbridos heteróticos es más

alta entre los de dos líneas que entre los de tres. A continuación se describe este sistema (Virmani, 1994):

Tipos de heterosis

Tanto en los arroces híbridos de tres como en los de dos líneas, el fenómeno de heterosis se interpreta en tres sentidos, dependiendo de su referencia para evaluar el comportamiento de un híbrido. La me-

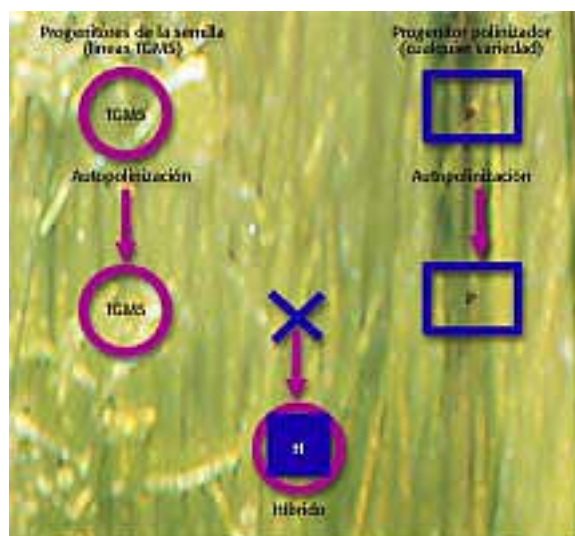


Figura 3. Descripción esquemática del uso de las líneas TGMS para generar arroces híbridos de dos líneas.



Generación de arroces híbridos de tres líneas: (cruzamientos de pruebas para riego por trasplante); PV-1998.- Zacatepec, Mor.



Generación de arroces híbridos de tres líneas: (cruzamientos de pruebas para riego por siembras directa); PV-1998.- Zacatepec, Mor.



Generación de arroces híbridos de tres líneas: (cruzamientos de prueba temporal); PV-1998.- Zacatepec, Mor.

dición de la heterosis se expresa como el porcentaje de determinado híbrido en comparación con una variedad u otro parámetro, y en el arroz cruzado se tienen tres tipos de “vigor híbrido” que son (Jinks, 1983):

1. Heterosis media parental. Se refiere al incremento en el comportamiento de un híbrido en comparación con el valor de la media de ambos progenitores.
2. Heterobeltiosis. Comprende el incremento en el comportamiento de un híbrido en comparación con el valor del mejor de los progenitores.
3. Heterosis estándar. Alude al incremento en el comportamiento de un híbrido al compararlo con la variedad testigo que se cultive en determinada región

Bases genéticas de la heterosis

La ocurrencia de la heterosis se apoya en dos bases genéticas:

1. Dominancia. Acumulación de genes dominantes favorables en un híbrido derivado de la cruce entre dos progenitores.
2. Sobredominancia. Expresión heterocigótica de mayor vigor y producción que los homocigotos; no obstante, se carece de evidencias de una sobredominancia real para caracteres cuantitativos, como es el rendimiento, y sin embargo, una aparente que contribuye a la heterosis puede deberse a la interacción no alélica o al desequilibrio de un ligamiento

Inicio y avances del programa de mejoramiento genético de los arroces híbridos

Para el establecimiento de este Proyecto del INIFAP, se aplicaron las experiencias de Yuan y Virmani (1990) y en 1997 fueron introducida, por el Instituto Internacional de Investigaciones Arroceras (IRRI) de Filipinas, seis líneas con esterilidad citoplásmica genética masculina (CMS), cuyas contrapartes son mantenedoras de la esterilidad (B) y restauradoras de

la fertilidad (R), así como 13 híbridos experimentales de tres líneas. Mediante observaciones del polen al microscopio se identificaron cuatro líneas con nivel estable de esterilidad y amplio espectro de resistencia a las enfermedades, así como siete híbridos con similares características de sanidad, los cuales mostraron un nivel medio de heterosis estándar de 29.39% (más de 2.5 ton/ha) sobre el rendimiento medio de la variedad Morelos A92 (testigo).

Estos resultados dieron como pauta que por medio de los arroz híbridos de tres líneas (CMS) se pueden incrementar los rendimientos en proporción significativa y económicamente rentable a mediano plazo, y de dos líneas (TGMS) a largo plazo.

1. Sistema CMS. Con las cuatro líneas estériles identificadas en 1997 más otro grupo de materiales con similares características, seleccionado al año siguiente y personalmente por el autor de este trabajo en el Instituto Internacional de Investigaciones Arroceras (IRRI) de Filipinas, durante el ciclo PV-1998 se inició el desarrollo de líneas parentales A y R, que en forma secuencial consistió en la ejecución de 70 cruzas de prueba entre esas fuentes de esterilidad (CMS) con líneas elite de riego (trasplante y siembra directa) y temporal, procedentes del Banco Nacional de Germoplasma de Arroz, con sede en el Campo Experimental de Zacatepec, Mor. Además, con la semilla de las líneas CMS y con la de los restauradores (R) de los siete híbridos sobresalientes en 1997, se evaluó el método de "libre aislamiento", para la producción de semilla híbrida experimental. Simultáneamente, en el ciclo PV-1998, mediante el método de cruzas regresivas se inició la generación de líneas CMS nacionales con mejor adaptabilidad, mayor tasa de cruzamiento y grano de calidad Morelos, así como la evaluación de nuevas líneas CMS, generadas a partir de la especie silvestre *Oryza perennis*, para tratar de formar nuevos híbridos con mayor rusticidad.

Las semillas híbridas (F₁) de los 70 cruzamientos de

prueba del ciclo PV-1998, en el siguiente ciclo OI-1998/1999 se sembraron en el Campo Experimental del Valle de Apatzingán, Mich., para que mediante observaciones del polen al microscopio (esterilidad/fertilidad) se pudieran identificar mantenedores y restauradores entre sus progenitores masculinos, así como heterosis aparente en los híbridos F₁ resultantes.

Durante el ciclo PV-1999 se establecieron los siguientes viveros:

Vivero fuente II. Este semillero permite desarrollar mejores híbridos experimentales de tres líneas por medio de nuevas cruzas de prueba entre las mejores fuentes CMS y las líneas elite de riego y temporal, en que se incluyeron nueve líneas CMS estables para esterilidad y 68 nuevas líneas elite del acervo del Banco Nacional de Germoplasma de Arroz del INIFAP, siendo 14 RT (riego por trasplante), 27 RSD (riego por siembra directa) y 27 T (temporal), y se realizaron nuevas cruzas de prueba entre las CMS de riego con líneas elite de los mismos ecosistemas (RT y RSD), así como entre líneas CMS de temporal con líneas elite del mismo sistema de cultivo.

Vivero de cruzamientos de prueba II. En éste se identificaron nuevos mantenedores y restauradores entre los materiales convencionales de elite de riego y temporal; además, se detectaron también nuevos híbridos con heterosis aparente y se efectuaron diversos retrocruzamientos para la conversión de mantenedores en nuevas líneas CMS con grano de calidad Morelos. Para el establecimiento de este vivero se recurrió a las semillas de los híbridos F₁ de otras 100 cruzas de prueba, realizadas en el Vivero fuente I entre las CMS y líneas elite de riego y temporal, usando variedades convencionales de cada uno de los tres ecosistemas como testigos, dos de riego y uno de temporal

Vivero de mantenimiento y evaluación de la esterilidad citoplásmica genética masculina (CMS). Este vivero es de suma importancia, porque se requiere propiciar la esterilidad estable y mantener la diversidad genética de las fuentes CMS, ya que si no se cuenta con este tipo



Generación de arroz híbrido de tres líneas: (vivero de restauradores de la fertilidad) PV-1998.- Zacatepec, Mor.



Generación de arroz híbrido de dos líneas: (hisna generacional por selección geneológica de líneas TGMS); ciclo PV-1998.- Zacatepec, Mor.



Experimentos arroz híbrido en el ciclo OI-1998/1999 en Apatzingan, Mich.

de materiales, o si llegaron a perderse, simplemente dejaría de existir el programa respectivo. Previamente a la ejecución de los correspondientes cruzamientos A x B, a las espiguillas de las plantas de cada una de las líneas estériles CMS se les hizo la prueba de esterilidad del polen bajo el microscopio, para determinar sus grados de pureza, y posteriormente se realizaron cruzamientos manuales entre las líneas CMS (A) y sus correspondientes líneas mantenedoras de la esterilidad (B).

Vivero de cruza regresivas (CR). En él se transfieren las mejores fuentes de esterilidad CMS a patrimonios nucleares de líneas élite convencionales locales (serie Morelos), identificadas como mantenedores en los viveros de cruza de prueba. Estos trabajos se efectúan por medio de retrocruzamientos consecutivos (CR_1 , CR_5 o CR_6), y se utilizan los mantenedores (líneas élite) identificados en las cruza de prueba, mediante observaciones del polen en las plantas de los híbridos F_1 , manejadas en el ciclo OI-1998/99 en Apatzingan, Mich., en donde las plantas estériles (CMS) fueron cruzadas con los progenitores masculinos de las cruza de prueba correspondientes, tal como se indica: $F_1 \times RT$ (riego trasplante) = CR_1 ; $CR_1 \times RT = CR_2$; $CR_2 \times RT = CR_3$, etc., y se aplican los mismos métodos para las cruza regresivas de $F_1 \times RSD$ (riego de siembra directa) y $F_1 \times t$ (temporal), con sus subsecuentes retrocruzamientos.

También se continuaron las evaluaciones de diferentes métodos para la producción de semilla híbrida (F_1) con más pureza genética y en mayores volúmenes, y en 1999 se aplicó el método de estricto aislamiento, en el que se incluyeron tres líneas CMS y seis restauradores que mostraron mejor comportamiento en los lotes de libre aislamiento, establecidos durante el ciclo PV-1998:

| Líneas androestériles CMS | Líneas restauradoras de la fertilidad R |
|---------------------------|---|
| IR68886A | HB6848-3-6R , IR580-13-62-3R |
| IR68897A | HB6849-5-1R , IR65515-56-1-3-19R |
| IR58025A | HB6853-4-7R , IR44962-7-6-2-2R |



Generación de arroz híbridos de dos líneas (Determinación de los puntos críticos de esterilidad (PCE) y de fertilidad (PCF) en líneas TGMS bajo condiciones de invernadero).- PV-1999.- Zacatepec, Mor.

Se establecieron seis parcelas A x R y cada una fue rodeada con plantas de *Sesbania exaltata*; además, dichas parcelas fueron protegidas en forma paralela y perpendicular con plantas de maíz. Este lote se aisló más de 100 metros de otras parcelas experimentales de arroz.

Por lo que se refiere a las actividades de fitomejoramiento, correspondientes al ciclo OI-1999/2000, se continúa el desarrollo del sistema CMS en el Campo Experimental Valle de Apatzingán (donde la temperatura es adecuada en invierno para los arroz tropicales de la raza índica), mediante el establecimiento de los siguientes experimentos: vivero de cruzamientos de prueba (continuación) y vivero de cruzas regresivas (continuación).

Sistema TGMS. La investigación correspondiente a este sistema se programó para que fructificara en el año 2002, trabajándose dos ciclos por año como en el caso del sistema CMS. Bajo condiciones de campo, durante el ciclo PV-1998 se efectuó el avance generacional de diversos genotipos TGMS con el método de selección genealógica, mismo que se aplica en el mejoramiento genético de variedades convencionales, habiéndose seleccionado 69 nuevas líneas con aceptable fenotipo. En el ciclo PV-1999 se realizó el avance generacional de dichos materiales, a fin de seccionar nuevas líneas estables para expresión de la esterilidad; en este estudio se incluyeron las 69 líneas TGMS, seleccionadas en el ciclo anterior, en las que nuevamente se aplicó el método de selección genealógica para tipos de planta y grano, de las cuales se eligieron 31 nuevas líneas TGMS, mismas que durante el ciclo OI-1999/2000 fueron incluidas en el Vivero de *pedigree* del Campo Experimental del Valle de Apatzingán, para

determinar su comportamiento bajo las condiciones de temperatura y fotoperiodo de esa región.

Durante el ciclo PV-2000, en el Campo Experimental Zacatepec, se tiene programado establecer los siguientes experimentos:

Sistema CMS

Vivero fuente III.

Vivero de cruzas de prueba III.

Vivero de mantenimiento y evaluación de la esterilidad citoplásmica genética masculina.

Vivero de cruzas regresivas.

Vivero de purificación de restauradores.

Vivero de aptitud combinatoria (para determinar la habilidad de las nuevas líneas parentales en la transmisión de características deseables a sus progenies), así como aptitud combinatoria general, para determinar el comportamiento medio de un progenitor en una serie de cruzamientos, y aptitud combinatoria específica, para definir la desviación en el comportamiento de un híbrido con base en la predicción de la aptitud combinatoria de sus progenitores.

La evaluación de la aptitud combinatoria de las líneas parentales que se vayan generando será de extrema utilidad en este Proyecto, ya que a la fecha se han identificado siete híbridos experimentales para riego por trasplante (RT), seis para riego por siembra directa (RSD) y seis para condiciones de temporal (t); por esta razón sus progenitores deberán ser evaluados por su habilidad para generar híbridos heterocigóticos estables y superiores. El

método que se aplicará para este propósito es el de "línea x probador", en que las líneas serán las "CMS" y los probadores serán los restauradores (R).

Sistema TGMS

En el ciclo PV-2000 serán cultivadas en el Campo Experimental de Zacatepec, Mor. las progenies que en el ciclo OI-1999/2000 en Apatzingán, Mich. no hayan variado sus niveles de esterilidad a las más altas temperaturas que se presenten durante la fase de antesis, mismas que, en condiciones de invernadero en Zacatepec (PV-2000), serán sometidas a bajas temperaturas durante la fase de antesis para identificar a los genotipos

que muestren fertilidad parcial, ya que podrían ser catalogadas como líneas TGMS, por tanto se tendrá sumo cuidado en seleccionar sólo las plantas con buena aceptabilidad fenotípica y con buen nivel de resistencia a plagas y enfermedades.

Este proyecto de mejoramiento genético de arroces híbridos fue programado mediante su ruta crítica, para que en el ciclo PV-2000 se obtengan los primeros híbridos experimentales de tres líneas y en el PV-2002 híbridos de dos líneas. El seguimiento de los primeros, consistirá en el inicio de programas de producción de semilla de las líneas parentales, para luego poder disponer de semilla híbrida para su siembra a nivel comercial a principios del siglo XXI. ●

Referencias

- Hernández, A. L. y Rodríguez, A., J. H. "Mejoramiento genético del arroz de temporal en el sureste de México" en *Logros y aportaciones de la Investigación Agrícola en el cultivo de arroz*, México, 1982, SARH, INIA, p.20.
- Hernández, A. L. *Glosario de mejoramiento genético y producción de arroz*, Campo Experimental Zacatepec, México, 1993, SARH, INIFAP, CIRCE, JICA, Publicación Especial No. 8.
- Hernández, A. L. "Mejoramiento genético del arroz: Variedades convencionales VS Híbridos" Memoria del Curso internacional de actualización y agricultura sustentable; UAAAN, Saltillo, Coah., 1996.
- Jinks, J. L., "Biometrical genetics of heterosis", Frankel, T. (Edit.) *Heterosis-reappraisal of theory and practice*; Spring Berlin; Heidelberg, New York, 1983,
- Khush, S. G. "Breaking the yield frontier of rice", *Geo Journal* 35.3: 329-332; Kluwer Academic Publ., Helmstedt, Germany, 1995.
- Salcedo, A. J. "Mejoramiento genético del arroz de riego en la región central de México" Memorias del Curso: Mejoramiento Genético de Arroces Híbridos; Primer Simposium Internacional de Arroz; SAGAR, INIFAP, Zacatepec, Mor., 1998 p:73-80.
- Shinjo, C. *Genetical studies of cytoplasmic male sterility and fertility restoration in rice (O. sativa L.)*; College of Agriculture University of Ryukyus, India, Bull. 1975, 22:1-57.
- Virmani, S. S. (Edit.) *Hybrid rice technology; New developments and future prospects*; International Rice Research Institute (IRRI); Los Baños, Laguna, Philippines, 1994.
- Yuan Longping. "The execution and theory of developing hybrid rice using a male sterility source from wild rice", *Chinese Agricultural Science*, Peking, China 1977 1: 27-31
- Yuan Longping and Virmani, S. S. "Organization of a Hybrid Rice Breeding", *Hybrid Rice*, International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Laguna, Philippines, 1990 p:33-37.

Glosario

Amiláceo. Un endospermo que está constituido por almidón

Autogamia. Modo de reproducción en el que las flores son fecundadas por el polen de la misma planta. En el arroz, la autopolinización de cada flor es la regla general, y la probabilidad de fecundación cruzada se determina por la variedad y las condiciones externas, pero es baja (máxima registrada: 4% en algunas áreas tropicales).

Antesis. Acción de apertura de una florecilla o espiguilla del arroz.

Bráctea. Una hoja de la axila de la cual emerge una flor.

Cariósipide o cariopsis. Pequeña semilla seca o fruto indehiscente, con una membrana delgada adherida al pericarpio, que encierra dicha semilla o fruto, y está incorporada, formando un grano individual, tal como ocurre con el trigo y la cebada. En el arroz integral es el cariopsis.

Cleistogamia. Autogamia estricta debida a que la fecundación del óvulo por el polen se realiza antes de que abran las brácteas denominadas lema la inferior y palea la posterior, que encierran cada florecilla del arroz.

Fenotipo. Conjunto de caracteres aparentes o analizables de un individuo, que dependen de las interacciones del medio sobre el genotipo.

Genotipo. Grupo de individuos que tienen una misma constitución genética, la cual es fundamental y se hereda por un organismo a sus descendientes.

Glumas. Brácteas estériles de la base de cada espiguilla en las gramíneas.

Heterobeltiosis. Se refiere al fenómeno en el cual un híbrido F1, obtenido por el cruzamiento de dos progenitores genéticamente diferentes, muestra superioridad sobre el valor medio parental en uno o en una combinación de caracteres.

Hispida. Áspera o rugosa



Evaluación del método de "libre aislamiento" para producción de semilla híbrida por cruzamiento alogámico "AxR" ciclo PV-1998, Zacatepec, Mor. A=Línea estéril (sistema CMS), R=Línea restaurados de la fertilidad.

Indehiscentes. Órganos vegetales que no se abren en forma espontánea

Lígula. Apéndice membranoso que se ubica en la unión de la vaina y el limbo de las hojas y que diferencia a la planta de arroz de otras especies de zacates.

Línea isogénica. Conjunto de plantas con fenotipo y constitución genética nuclear similar a otro conjunto de plantas, pero con diferente constitución genética del citoplasma.

Monoica. Planta que tiene ambos sexos de reproducción en la misma flor (hermafrodita).

Panícula. Inflorescencia de una planta de arroz que porta las espiguillas o florecillas.



Radón y cáncer

pulmonar

MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA

D

Después de 1988, cuando los comités científicos formados por la National Academy of Sciences (NAS), la International Commission on Radiological Protection (ICRP), el National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP), y un panel de expertos internacionales, formado por la World Health Organization's International Agency for Research on Cancer, aceptaron angustiosamente la existencia de evidencias suficientes para concluir que el radón es responsable de generar cáncer de pulmón en humanos y en animales de laboratorio, los científicos de todo el mundo se dieron a la tarea de estudiar el caso,¹ e incluso, todavía se continúa estudiando el efecto del radón sobre la salud de los mineros,² y la población en general.³

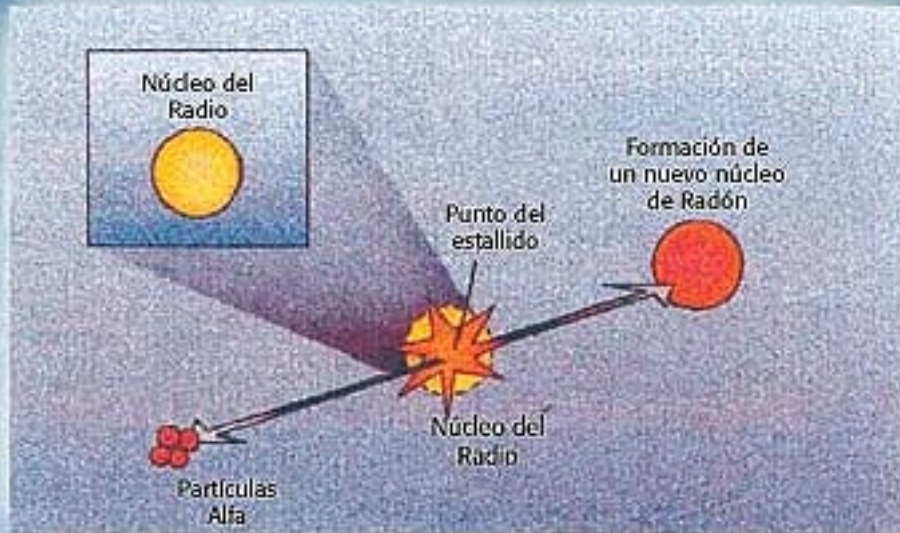


Figura 1. Formación de un núcleo de radón y producción de partículas alfa.

El radón es un gas radiactivo que carece de color, olor y sabor, y se produce por la degradación radiactiva del uranio que se encuentra de manera natural en pequeñas cantidades en el suelo y las rocas, principalmente, y cuya descomposición origina otros productos radiactivos tales como el radio. Cuando el radio se descompone para formar el radón, éste pierde dos protones y dos neutrones, a los que se les conoce como partículas alfa, las cuales son un tipo de radiación (véase fig. 1); así a los elementos que producen radiación se les da el nombre de radiactivos. El radón por sí mismo es un elemento radiactivo, porque con su descomposición se pierden las partículas alfa para formar el polonio, que también es un elemento radiactivo, el cual se produce una vez que el radón se encuentra en el aire o en los pulmones de la gente cuando lo respira, y puede alterar el ADN de las células pulmonares e incrementar el riesgo de cáncer pulmonar.

El radón se empezó a considerar como problema grave de salud, cuando varios médicos norteamericanos sospecharon que gran cantidad de mineros expuestos de manera directa o indirecta al uranio morían prematuramente por problemas de cáncer en los pulmones. Entonces se puso en marcha una serie de proyectos denominados Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR), que duraron más de un decenio estudiando a miles de estos trabajadores. Los proyectos también contemplaban realizar estudios de laboratorio con animales, pero fue hasta el año de 1989 cuando el BEIR IV arrojó resultados concluyentes en cuanto a los efectos cancerígenos que el radón producía en los de los mineros y los de animales de laboratorio. Organismos internacionales, como la *International Agency for Research on Cancer* (IARC), la *National Academy of Science* (NAS), la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), la *National Council on Radiation Protection and Measurement* (NCRP), revisaron los resultados del estudio y acordaron que ya existían suficientes datos como para concluir que las exposiciones al radón producían cáncer en los pulmones del ser humano, y así se le declaró agente cancerígeno.

Los científicos observaron que el riesgo de cáncer de pulmón también aumentaba cuando los mineros se exponían, no sólo a las altas concentraciones de radón, sino también cuando éstas eran bajas pero prolongadas. Luego, la comunidad científica se preguntó sobre los efectos que tendría el radón que emanaba en forma natural de la tierra, y de acuerdo con esta inquietud, la EPA pidió a la National Academy of Sciences y la National Research Council revisar y ampliar, mediante nuevos estudios, la asociación del radón en el medio doméstico con el riesgo de cáncer pulmonar. Para ello, el National Research Council propuso dirigir primero un estudio piloto, al que llamó *The Health Effects of Exposure to Radon: Time for Reassessment?* y para llevarlo a cabo se formó el comité BEIR VI fase I, el cual, una vez finalizado el estudio, concluyó que las nuevas evidencias eran lo suficientemente claras como para justificar otro de mayor envergadura. En 1994 se formó un nuevo comité, llamado BEIR VI, conformado por 13 científicos expertos en la materia, y

los resultados del estudio realizado presentados por la National Academy of Science, en una conferencia de prensa el 19 de febrero de 1998. El informe se intitula *Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VI Report: The Health Effects of Exposure to Indoor Radon*, y constituye uno de los documentos más completos en cuanto al cúmulo de datos científicos referentes al estudio de la concentración del radón en los interiores. También, el documento confirma que el cáncer pulmonar generado por este gas es la segunda causa de muerte en los Estados Unidos, después del producido por el tabaquismo, y afirma que se trata de un problema muy serio de salud pública, dado que solo en ese país ocurren por esta causa más de 15 mil muertes cada año.

La radiactividad se mide normalmente en picocuries (pCi), nombrado así en honor de Marie Curie, la doctora en física a quien se considera pionera en la realización investigaciones con elementos radiactivos. El picocurie se define como la descomposición de dos átomos radiactivos por minuto, por lo tanto, el radón y todos los demás átomos radiactivos se miden en picocuries. Así, en una casa que presente un nivel de radón de cuatro picocuries por litro de aire (4 pCi/l) en su interior, se estarán descomponiendo alrededor de ocho o nueve átomos de este gas al minuto por cada litro de aire.

La mayor parte de la información que se tiene sobre los efectos nocivos que produce el radón en la salud del ser humano se ha obtenido principalmente de los estudios realizados en los trabajadores de las minas y los animales de laboratorio, y ahora sabemos que cuando los mineros se exponen a niveles de este gas, en concentraciones de 50 a 150 pCi/l de aire durante 10 años, el riesgo de contraer cáncer pulmonar aumenta de manera significativa. Existen también mayores datos sobre el comportamiento del radón, tanto en el exterior como en el interior de las habitaciones, y de cómo actúa éste en los tejidos pulmonares.

La Agencia de Protección Ambiental (APA) estima que de cada cinco hogares, por lo menos uno rebasa los niveles permitidos de radón (por arriba de 4 pCi/l), y las concentraciones de este gas en el aire de los exteriores, en

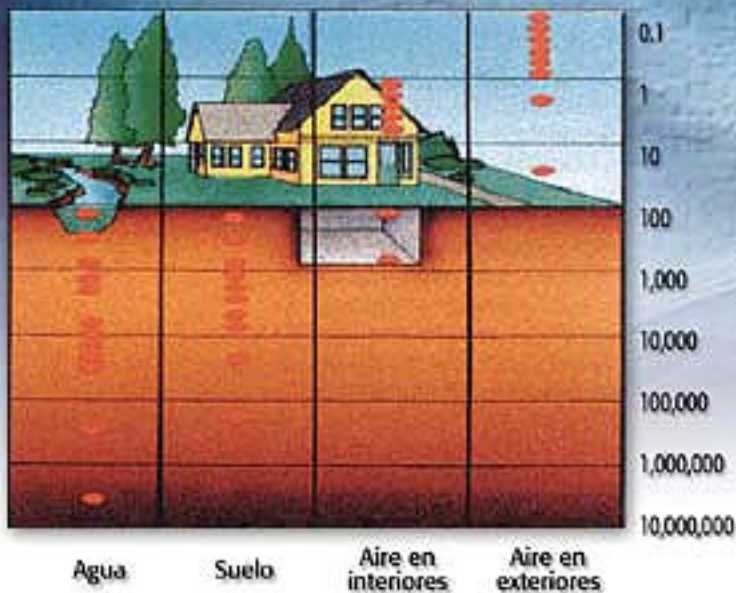


Figura 2. Niveles de concentración de gas radón en suelo, aire exterior, aire interior y agua.

el de los interiores, en la porosidad del suelo e incluso en el agua, pueden ser muy variadas (véase fig. 2). Algunos informes científicos muestran los siguientes rangos: para el aire exterior 0.1 a 30 pCi/l con una media de 0.2 pCi/l; en interiores 1 a 3 mil pCi/l con una media de 1 a 2 pCi/l, y en la porosidad del suelo, desde 20 ó 30 pCi/l

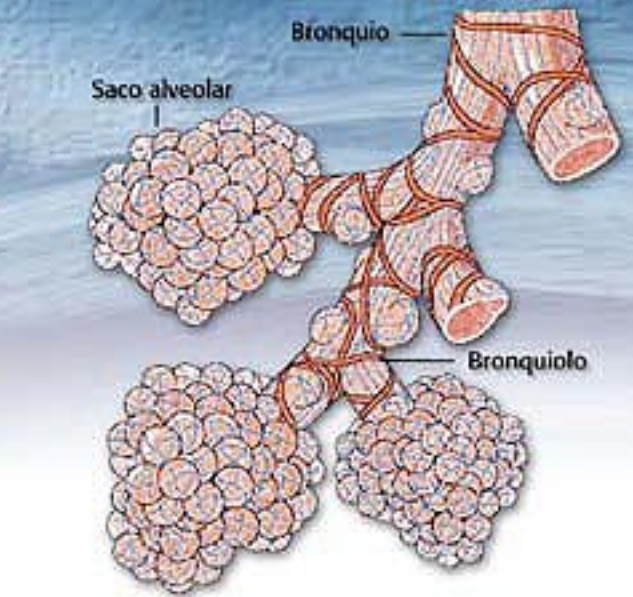


Figura 4. Dibujo que representa las vías por donde se introduce y reacciona el radón.

hasta más de 100 mil pCi/l. En los Estados Unidos se han efectuado extensos estudios para caracterizar los niveles de radón en cada uno de los suelos de las entidades del país, y se ha encontrado que la mayoría de ellos contiene niveles que oscilan entre los 200 y los dos mil pCi/l, en tanto que los rangos para el agua oscilan entre los 100 y los tres millones pCi/l.

En la literatura se pueden encontrar diversos métodos para detectar los niveles de radón, con el fin de caracterizar los suelos,⁴ cuya mayoría se basa en el análisis de datos geológicos, radiométricos y aéreos; características del suelo, como su porosidad y su permeabilidad; concentraciones de radón en los interiores y tipo de arquitectura, entre otros.

Observaciones más importantes:

1. Existen vastos documentos científicos que aseguran el efecto cancerígeno del radón en los tejidos del pulmón humano y en animales de laboratorio.⁵
2. Las estadísticas demuestran que solo en los Estados Unidos mueren alrededor de 15 mil personas de cáncer pulmonar por los efectos del radón.
3. Muestras del suelo realizadas en los Estados Unidos indican la presencia de radón sobre todo su territorio.
4. La APA apunta que de cada cinco hogares, por lo menos uno contiene niveles de radón superiores a los 4 pCi/l.
5. Los estudios del comportamiento del radón demuestran que, aun cuando los niveles de concentración sean bajos en el exterior de un edificio, en su interior pue-

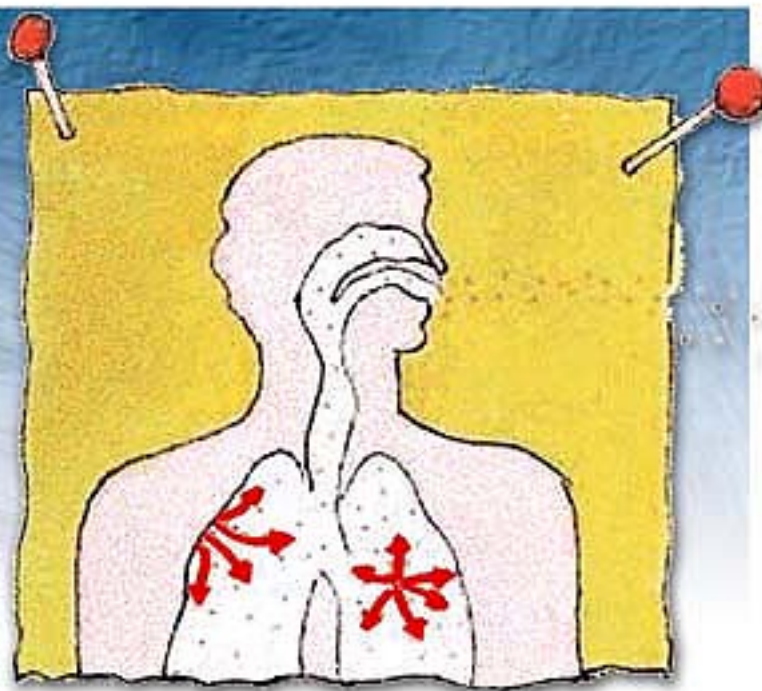


Figura 3. Anatomía de los principales componentes pulmonares en donde se produce el daño al respirar el gas radón.



Figura 5. Principales caminos por donde se infiltra el gas radón en los interiores.

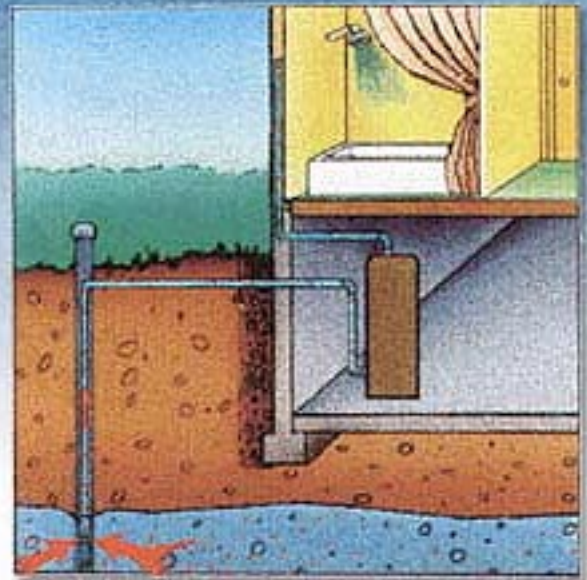


Figura 6. El gas radón también se disuelve en el agua doméstica corriente.

den estar por arriba de la norma (4 pCi/l), razón por la cual la EPA sugiere que las mediciones deben hacerse en cada una de las construcciones.

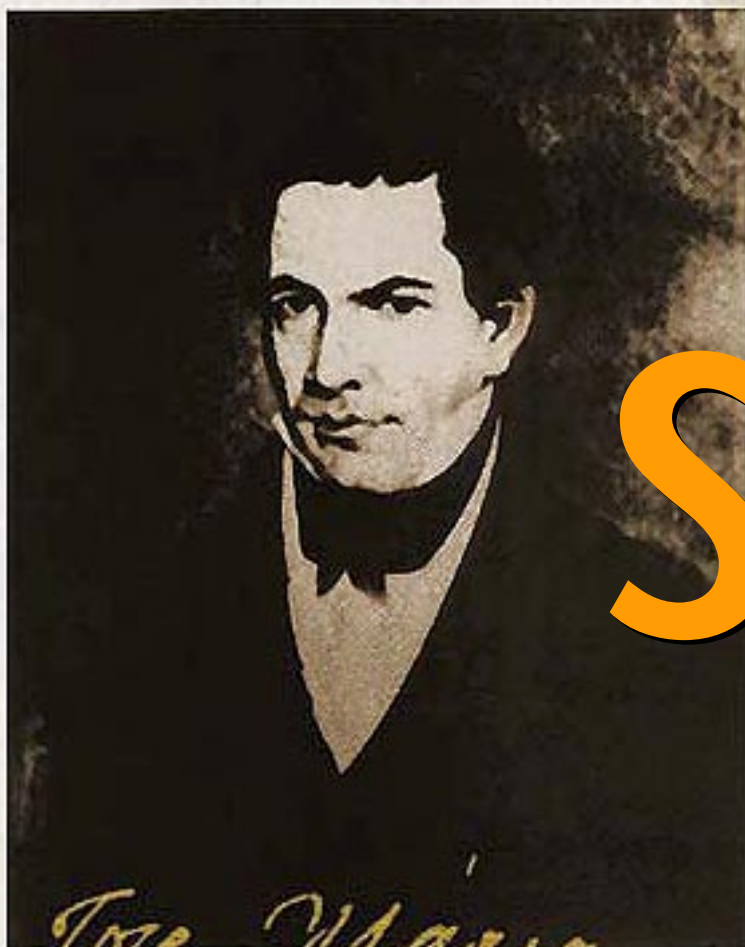
6. Los estudios conducidos por la NAS señalan que los bajos niveles de radón también pueden generar cáncer pulmonar, cuando la exposición a él es prolongada. 🌀

Referencias

- 1 Roscoe, R.J. et al. "Lung Cancer Mortality Among Non-Smoking Uranium Miners Exposed to Radon Daughters", *Journal of the American Medical Association*, 262, 5, 1989, pp. 629-633.
- 2 National Academy of Sciences. Comparative Dosimetry of Radon in Mines and Homes, Washington D.C., 1991, National Academy Press.
- 3 Samet, J.M.; J. Stolwijk, y S. Rose. "International Workshop on Residential Rn Epidemiology", *Health Physics*, 60, 2; 1991, pp. 223-227.
- 4 Sextro, R.G., B.A. Moed; W.W. Nazaroff; K.L. Revzan, y A.V. Nero. "Investigations of Soil as a Source of Indoor Radon", en P.K. Hopke, eds., *Radon and its Decay Products; Occurrence, Properties and Health Effects*, Am. Chemical Society Symposium, series 331, Washington, 1987, pp. 10-29.
- 5 Lubin, J., y J. J.R. Boice. "Lung Cancer Risk from Residential Radon: Meta-analysis of Eight Epidemiologic Studies", *J Natl. Cancer Inst*, 1997, 89, pp. 49-57.

Bibliografía

- Moolgavkar, S.H; E.G. Luebeck; D. Krewski, y J.M. Zielinski. "Radon, Cigarette Smoke, and Lung Cancer: A Re-analysis of the Colorado Plateau Uranium Miners' Data", *Epidemiology*, 4, 3, 1993, pp. 204-217.
- U.S. DOE/Office of Energy Research, International Workshop on Residential Radon Epidemiology: Workshop Proceedings. Commission of European Communities, Radiation Protection Program, CONF-8907178.
- NAS BEIR IV Report, 1988.
- NAS BEIR VI Report, 1998.
- Council on Scientific Affairs, American Medical Association (AMA), "Radon in Homes", *Journal of the American Medical Association*, 258, 1987, pp. 668-672.



José María

Mora

A large, stylized, handwritten signature in gold ink, which appears to be 'José María Mora'.

El Instituto Mora, dos decenios de investigación y docencia histórica y social de excelencia

Su sede se encuentra en una vetusta casa del antiguo barrio indígena de San Juan Maninaltongo, Mixcoac, que perteneció a don Valentín Gómez Farías, dos veces vicepresidente de la República, y su origen es la asociación denominada Bibliotecas Mexicanas, A.C., que se dedica principalmente a la historia de nuestro país. Hoy, el Instituto José María Luis Mora cumple dos decenios de desarrollar investigación, docencia y difusión originales, y busca consolidarse como un centro de estudios del México moderno y contemporáneo, así como del presente y pasado de los Estados Unidos, América Latina y el Caribe. Pero el Instituto va más lejos, pues su objetivo es constituir un centro de historia y ciencias sociales que dé a conocer de manera más intensa los resultados de su investigación y continúe avanzando en sus programas de posgrado de excelencia así como en el desarrollo de proyectos que atiendan los problemas de la sociedad.

Para el doctor Santiago Portilla Gil de Partearroyo, actual director del Instituto, las disciplinas del conocimiento a las cuales se dedica este centro SEP-Conacyt contribuyen a identificar los problemas que padece el país, paso indispensable para resolverlos. Así menciona: "Cuando la gente pregunta '¿para qué sirve la historia?',

en realidad quiere decir ¿qué resuelve? Pues bien, permite localizar la raíz de múltiples conflictos y, en el caso de las ciencias sociales, explicar los fenómenos y proponer soluciones. Además, para conocer el presente también se pueden utilizar técnicas históricas de análisis y crítica documental”, asegura. Pero este viaje en el tiempo presente y pasado apenas comienza.

Una doble historia

La del Instituto José María Luis Mora es una doble historia, la de la casa que lo alberga y la suya propia, ambas, por supuesto, estrechamente ligadas. “En el suroeste de la cuenca de México, al pie de la ladera poniente del valle, se localiza la población de Mixcoac, otrora bañada por los afluentes del río del mismo nombre, tributario del Churubusco”, relatan las historiadoras Regina Hernández y Laura Suárez al hacer la crónica del poblado. Y añaden: “La época de sus primeros asentamientos se pierde en la nebulosidad de los tiempos prehispánicos. Su apelativo náhuatl significa ‘culebra de nubes’ o ‘donde se adora a Mixcóatl’, pero también ‘lugar de torbellinos’, y no fue un poblado de importancia, pues los antiguos registros históricos apenas si lo mencionan como uno de los pueblos sujetos del señorío de Coyoacán.”

En ese poblado, hoy integrado a la inmensidad de la gran urbe, se ubica el Instituto Mora, en la plaza Valentín Gómez Farías, justo frente al templo de San Juan Evangelista y Nuestra Señora de Guadalupe, en la casona donde el político decimonónico que fomentó la educación científica vivió sus últimos años, hasta 1858, cuando murió. Valiosa muestra de la arquitectura habitacional mexicana del siglo XVIII, la casa fue arrendada a la familia del político en 1845; y más tarde la adquirió y le perteneció hasta 1956, cuando fue vendida a otros familiares. Su uso fue habitacional hasta 1976, año de la fundación de Bibliotecas Mexicanas, A. C., por incitativa del presidente Luis Echeverría.

Dicha asociación era “una institución no lucrativa con un proyecto fundamentalmente bibliográfico –adqui-



Fachada principal del Instituto Mora.

sición, preservación y administración de bibliotecas y toda clase de archivos, investigación y formación de bibliotecarios y restauradores–, pero enfocada a temas de la historia de México”, se refiere en el libro *Historia de las Instituciones del sistema SEP-Conacyt*. De este modo, el gobierno federal aportó, en el Fondo Conde, un acervo de bibliotecas o lotes de libros que habían pertenecido a personajes del mundo intelectual o político de México, como Lucas Alamán y Vicente Rivapalacio, el cual fue reunido por el bibliófilo poblano José Ignacio Conde durante tres decenios y medio.

Hacia finales de 1980, el entonces secretario de Educación Pública, Fernando Solana, y quien a la postre sería el primer director del Mora, el doctor Ernesto de la Torre Villar, acordaron abrir al público la biblioteca y que ésta fuera la base de un centro dedicado a la enseñanza e investigación históricas.

Se le dio el nombre del Dr. José María Luis Mora, teólogo y sacerdote, además de periodista, precursor de la enseñanza de la economía en México, diputado y consejero de Gómez Farías, ideólogo de la primera Reforma, orador y escritor político. Así, el Instituto fue creado por el decreto presidencial del 24 de septiembre de 1981, publicado en el *Diario Oficial de la federación* el 30 del mismo mes, pero fue hasta 1992 cuando se integró al Sistema SEP-Conacyt.

Laboratorio del presente, la investigación

El doctor Santiago Portilla asegura que conocer la historia es un requisito indispensable para la identidad de cualquier pueblo. Todos queremos saber de dónde venimos, qué nos identifica y cuáles son los



valores que compartimos, pues todo ello constituye la base del camino que seguimos hacia el futuro, y cita a una investigadora del Instituto, quien afirma que la historia es como un laboratorio para el análisis y la comprensión del presente. Por ejemplo, si se estudian las políticas fiscales de finales del siglo XVIII y durante el XIX, uno puede percatarse de que el problema de la recaudación de impuestos para el financiamiento del desarrollo no es un problema nuevo, sino que tiene raíces profundas, y que si hoy el petróleo es la base de la economía, antes lo fue la minería. Además, el nacionalismo de los mexicanos viene del orgullo por nuestra historia y cultura, junto con todas sus manifestaciones y características regionales. De ahí la importancia de los proyectos de investigación que se desarrollan en el Instituto Mora, entre los cuales hay algunos muy destacados y exitosos.

Uno de los proyectos es el que se refieren a la historia oral, y al respecto, el doctor Portilla recuerda que la investigación llegó al Mora por medio de la segunda directora de este centro perteneciente tanto a la Secretaría de Educación Pública (SEP), como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la doctora Eugenia Meyer, quien lo trajo consigo desde el Instituto Nacional de Antropología e Historia: "Éste, -añade el funcionario- consiste en rescatar testimonios de personas mayores acerca de diversos aspectos de la vida nacional, pero debido a que ellas no se dedican a escribir, el conocimiento que tienen podría perderse."

El proyecto, iniciado en 1990 y dedicado a la ciudad de México, tiene dos líneas de investigación, los testimonios de sus arquitectos y los de sus habitantes. Hasta el momento se han estudiado temas como memorias, identidad, usos y apropiaciones de los espacios, políticas, símbolos y representaciones visuales y audiovisuales de la ciudad, imaginario social, análisis generacional, estudios de género, gestión de servicios y bienes urbanos, entorno, impactos de la arquitectura moderna, interacción social, historias de vida y obra, y reflexiones teórico-metodológicas en torno a la historia oral, entre otros.

Dentro del proyecto, que se apoya en fuentes bibliográficas, documentales, hemerográficas, cartográficas, iconográficas, sonoras y fílmicas, se divulgan los resultados por medio de publicaciones impresas, documentales en video, exposiciones y multimedia. Y un resultado sobresaliente es el libro *Mixcoac. Un barrio en la memoria*, donde se constata la evolución del sitio desde la década de los años veinte, y aun antes, los testimonios de sus habitantes. La particularidad de la historia contada en el libro de Patricia Pensado y Leonor Correa "está en el hecho de ser narrada por sus vecinos, es decir, en dejarlos hablar y exponer las experiencias vividas, su percepción de los cambios y de los acontecimientos significativos. El relato que surge así obedece más a la propia disposición y a las inquietudes personales del que cuenta algo presente en su memoria".

De ese modo, encontramos en sus páginas, ilustradas con mapas y fotografías de diferentes épocas, testimonios

como el de Matilde Reyes, quien menciona: "Hasta los años cuarenta Mixcoac tenía muy pocos cambios, era un verdadero vergel puesto que las flores y los árboles frutales abundaban. Mi madre, quien como dije vivió originalmente en el centro de la ciudad, me platicaba que por las noches, allá en los años veinte, llegaba el perfume de las flores de Tacubaya, de Mixcoac y de San Ángel hasta el centro de la capital; lógicamente no teníamos tantos automóviles y también se tenía más cuidado para proteger la naturaleza."

El doctor Portilla asegura que esta línea de investigación, que tanto éxito ha tenido, continúa en proyectos como el que se iniciará en breve, relacionado con la historia oral de la ciencia y la tecnología en México: "Queremos empezar con los centros SEP-Conacyt, para luego realizar la historia del propio Consejo. El objetivo es entender la evolución de la política de fomento que en estos rubros ha existido en nuestro país." Pero también habla de otro proyecto que forma parte del área denominada Sociología política y economía y que consiste en el análisis de la perspectiva de género de las políticas sociales desarrolladas en México y América Latina, mediante el cual se estudian los programas que al respecto se han efectuado en nuestro país durante el periodo 1995-2001, con especial énfasis en las familias de sectores populares, utilizando la comparación de las prácticas consideradas de la mujer y el desarrollo con aquellas que contienen una formulación de género y equidad en la región latinoamericana.

El objetivo de este proyecto es dar seguimiento y evaluación los programas de atención y prevención de la violencia intrafamiliar. En la actualidad, refiere el director del Instituto, "estamos solicitando el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) para financiar un proyecto más amplio de análisis de las políticas públicas encaminadas a prevenir ese tipo de violencia, de forma que sepamos qué tan eficaces son y qué requieren, con una perspectiva propositiva". Además, otro trabajo de investigación es el que se ubica dentro del área de Historia política, y se trata del dedicado a la folletería mexicana del siglo XIX, pues con el proyecto de rescate de fuentes,

realizado en el Instituto, se favorece la organización y sistematización de acervos documentales de difícil acceso hasta ahora.

Un género editorial olvidado, muy importante a lo largo del siglo XIX, pero que había sido desestimado, fue precisamente el de la folletería, cuyo estudio abrió una nueva línea de investigación en torno a la actividad editorial durante esa centuria, relacionado de manera estrecha con una práctica política esencial, relativa a la libertad de imprenta y a las necesidades de difusión de las ideas políticas, económicas y religiosas existentes en el país. Al respecto, Portilla abunda: "Los folletos fueron una forma muy socorrida de difusión de las ideas en una época en que sólo algunos periódicos circulaban, sobre todo entre gente ilustrada. Para el resto de la población, eran el único modo de circulación del conocimiento." Se espera que este mismo año se edite un disco compacto con el catálogo de folletos, el cual, con seguridad, se convertirá en una fuente documental muy importante para el estudio de aquella época.

Dentro del área de Historia y estudios internacionales, el doctor Portilla menciona el análisis de las relaciones de México con el Caribe: "Los mexicanos olvidamos con frecuencia que también somos caribeños, que formamos parte de esa comunidad", por ello, dentro de esa área se parte de una concepción regional amplia, que incluye a Las Antillas, las costas continentales del golfo de México y el mar Caribe, y su objetivo es la elaboración de trabajos referentes a los vínculos comerciales, administrativos, financieros, diplomáticos y culturales de la región con nuestro país a lo largo de los siglos. Por lo anteriormente mencionado, además de formar recursos humanos y de llevar a cabo una amplia labor de recopilación y sistematización de las fuentes documentales, se promueven las actividades de la Asociación Mexicana de Estudios del Caribe, A. C., y se ha impulsado la creación de una red interdisciplinaria de investigadores y estudiosos del tema, con la idea de crear grupos de trabajo e intercambio entre historiadores y científicos sociales.

Los trabajos destacados son sólo una muestra de la variedad de proyectos que desarrollan los 47 profesores-



Jardines del Instituto Mora.



Dr. Santiago Portilla Gil de Partearroyo, director del Instituto José María Luis Mora.

investigadores del Mora, y concluimos la parte de la investigación, mencionando el resto de las áreas en que ellos laboran, todas de fundamental importancia, como la historia económica, la historia social y cultural, y la urbana y regional.

Docencia y difusión de primer nivel

En el Instituto Mora se ofrecen cuatro maestrías, tres de las cuales están inscritas en el padrón de excelencia del Conacyt: “Las primeras, que nacieron en 1982 y 1984, respectivamente, son las de sociología política y estudios regionales, que se formaron en 1992, año a partir del cual se imparten de forma conjunta con el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, lo cual nos permitió mejorar la planta docente y la calidad de las maestrías”, puntualiza el doctor Portilla. Ese mismo año se creó un tercer programa, el de Historia moderna y contemporánea.

En la actualidad y a pesar de sus exigencias, la mayoría de los alumnos obtiene el grado, pues la eficiencia terminal en las tres maestrías es superior al 80% y la tasa de graduación de las últimas generaciones ha llegado incluso al 100 por ciento”. Finalmente, el año pasado, se fundó una cuarta maestría en unión con la Universidad Rey Juan Carlos de España, la Secretaría de Relaciones Exteriores de México y la Cooperación Internacional Unión Europea-América Latina: “Estamos trabajando duro para

registrarla en el padrón de excelencia del Conacyt este mismo año, para poder ofrecer becas a los alumnos mexicanos a fin de que puedan dedicarse de tiempo completo a estudiar", afirma el doctor Portilla.

Las maestrías del Mora cuentan con el buen prestigio ganado en el mundo académico, dado que sus egresados son aceptados en instituciones de educación superior de alto nivel, nacionales y extranjeras, así como en organismos de gobierno. Destaca también su biblioteca, su misma "raíz", a la cual se le reconoce como una de las mejores de la ciudad por la calidad del acervo especializado en historia de México, de los Estados Unidos, el Caribe y América Latina, así como en historia regional mexicana y temas de sociología política y ciencias sociales: "La biblioteca fue pionera en automatización, y actualmente estamos analizando distintas opciones para actualizar dicho sistema", señala el doctor Portilla.

El Instituto Mora se distingue de otros centros SEP-Conacyt por ser uno de los que más publican y por ser el único que de manera sistemática efectúa la difusión cultural. Al respecto, el doctor Portilla mencionó que la dependencia tiene diversas colecciones, como la de Itinerarios, con traducciones de autores contemporáneos en temas de historia y ciencias sociales, o bien, la de Antologías universitarias, pensada en función de las necesidades de los docentes de historia y ciencias sociales de las instituciones de educación superior, que incluye artículos o capítulos de libros significativos para esas materias, y la denominada El tiempo vuela, con temas de historia para niños, la cual, además, es utilizada por el Instituto Nacional para la Educación de los Adultos en su tarea alfabetizadora.

A ello se suma la interminable labor de difusión del Instituto, la cual lo ha convertido en un importante centro cultural ciudadano que entre otras actividades organiza ciclos de cine, conciertos, funciones de música popular, exposiciones, títeres para niños y cursos culturales, y cuya oferta cultural no sólo es variada, sino permanente.



Biblioteca del Instituto Mora.

Los festejos

Con el reto y la obligación de fortalecer la vinculación del Instituto con la sociedad, se aprovechará su vigésimo aniversario para darlo a conocer y conseguir, en consecuencia, apoyos adicionales de fundaciones y particulares. Así además de las conferencias magistrales impartidas por destacados académicos del país y extranjeros, se editará un catálogo tipográfico, con viñetas, ilustraciones, orlas y fillos de Ignacio Cumplido, editor de principios del siglo XIX, que se publicará en edición facsimilar, para ofrecerlo tanto a historiadores como a diseñadores. De forma adicional, se montará una exposición de 20 esculturas del mismo número de artistas que han expuesto sus obras en el Instituto, y se leerán en atril obras cómicas de teatro del siglo XIX, que se representarán en el Centro Nacional para las Artes y en el Mora. A ello se sumará un taller y conferencias acerca de la restauración de libros, y se expondrán, probablemente en el Castillo de Chapultepec, libros originales de viajeros extranjeros del mismo siglo.

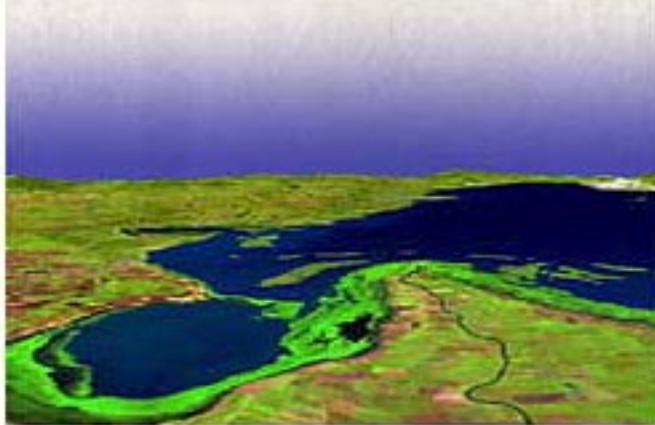
Luego de conocer algunos de sus rasgos, resulta fácil establecer por qué, luego de 20 años de intenso trabajo en la generación del conocimiento histórico basado en una vida colegiada, el Instituto Dr. José María Luis Mora tiene un lugar propio y destacado en el sistema educativo y de investigación de México. ●

Perspectiva integral del lago de Chapala

Habiendo llegado a Zula, población de más de dos mil indios, no hallaron en ella gente alguna y subiendo a lo alto del cerro se ve la laguna de Chapala, en la que entra el río Lerma o Toluca, o Salamanca, nombres que coge de su nacimiento y partes por donde corre, que después sale de dicha laguna con el nombre de Grande, por ser hijo de entre tal madre, que entre todas lagunas se intitula el mar Chapálico: tan especial que siendo sus aguas dulces y saludables, son sus arenas limpias y está libre de cieno y atoladeros; sus playas son en algunas partes muy esparcidas y en otras las aguas chocan en riscos y peñascos, levantando olas y sus resacas arrojan conchas y caracoles: tiene treinta leguas (120 km) de longitud y su circunferencia más de sesenta; produce en abundancia pescado bagre deleitoso al gusto, tan grande que desde una cuarta llega su variedad a vara y media y el blanco llega a media vara; tan sano que a ningún enfermo se le prohíbe y no hay pescado como él en todo el reino: tiene esta de anchura siete leguas y en su medio dos isletas, una de más de cuatro mil varas, muy frondosa; muchos son los pueblos que tienen asiento en sus márgenes, por lo que se denomina con sus nombres, si bien el más común es el de Chapala, como que chocan las aguas en los muros de la fábrica principal del pueblo.

Crónica miscelánea escrita por el padre Tello, 1530

Imágenes tomadas del CD "Chapala, Atlas cibernético", producido por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C. y la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.



Información sobre la problemática del lago de Chapala hay mucha; sin embargo, ésta se encuentra dispersa y no siempre llega a aquellas personas con el poder necesario de decisión que los lleve a ejercer acciones conjuntas destinadas a solucionarla”, asegura la doctora Martha Lucía Alviar Nieto, perteneciente al Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C., integrado al Sistema SEP-Conacyt. Por esta razón, dicho Centro se dio a la tarea de llevar a cabo un proyecto de integración de los datos existentes sobre el lago de Chapala, bajo un enfoque de planeación regional, cuya finalidad es la de emplearlo para generar escenarios y estudios de la región en un marco de desarrollo sostenible. De tal suerte, en abril de 1999 se puso en marcha el desarrollo del *Atlas cibernético de Lerma-Chapala*, bajo la coordinación de la propia doctora Alviar Nieto, quien lo describe como un conjunto de “videos, audio, textos y un sistema de información geográfica, herramientas tecnológicas que se conjuntan en él, las cuales permiten hacer una representación multimedia que considera la historia y la situación actual del lago, su descripción geográfica y ecológica, sus habitantes, la degradación y contaminación ambiental, y el futuro del mismo”. Además, el Atlas es un medio interactivo que permite emplear su propio acervo de información e incorporar otros para rehacer los ejercicios presentados, ya sea que se cambien o se introduzcan variables y modelos distintos.

Un embalse natural de gran extensión

Entre los estados de Jalisco y Michoacán se encuentran los 1 039 km² con una longitud de 75 km y 22 km de ancho que abarca el lago de Chapala, de los cuales el 90% corresponde al oriente de Jalisco y el 10% al noroeste de Michoacán, aunque esta proporción varía por la pérdida de superficie del vaso lacustre. Se considera que el lago de Chapala es el embalse natural de mayor extensión en nuestro país, pues ocupa el lugar 68 a escala mundial, el número 48 en América del Norte y el tercero en tamaño en Latinoamérica. Contiguas a la ribera

se sitúan las poblaciones de Chapala, Ajijic, San Juan Cosalá, El Chante, Jocotepec, Ocotlán y La Barca.

El lago de Chapala pertenece al sistema hidrológico o cuenca Lerma-Chapala-Santiago, que es una de las de mayor extensión en México y Latinoamérica, y cuya capacidad de almacenamiento varía entre los 7 962 y los 4 6 67 millones de m³ de agua. La cuenca se inicia con el nacimiento del río Lerma, ubicado al suroeste de la ciudad de Toluca, y continúa su recorrido sobre la meseta central, fluyendo hacia el noroeste a través del Estado de México. Define la división física entre los estados de Querétaro y Michoacán, serpentea hacia el noroeste cruzando Guanajuato y continúa hacia el sur, separando los estados de Guanajuato, Michoacán y Jalisco, y su curso aproximado de 560 km descarga sus aguas en el lago de Chapala, al suroeste de La Barca. Por su parte, aunque el Lerma no es navegable, sus aguas se emplean en el funcionamiento de centrales hidroeléctricas y en el riego.

En el lago nace el río Santiago, cerca de Ocotlán, por lo que se le considera una extensión del río Lerma. Recorre 443 km, atraviesa los estados de Jalisco y Nayarit, hacia el norte y oeste a través de la Sierra Madre Occidental, luego desciende a la costa y, finalmente, desagua en el océano Pacífico a 16 km de San Blas, en Nayarit.

En el *Atlas cibernético* se asegura que: “La concepción holística de las unidades del paisaje ecológico plantea que la geología, la eomorfología, el clima, la hidrología, la vegetación, la fauna y, por supuesto, el hombre y sus actividades interactúan de tal forma que provocan que un cambio en cualquiera de ellos incida directamente en los otros, de tal forma que en la cuenca propia del lago de Chapala, el agua se debe estudiar como uno de los elementos o factores que conforman el paisaje ecológico y, de esta manera, establecer y comprender las relaciones fundamentales existentes entre este recurso y aquellos que pueden influir o afectar, de alguna manera, su funcionamiento y evolución ecológicos”, complementa la doctora Alviar.

Esta cuenca hidrográfica sostiene a más de ocho millones de personas, 3 500 industrias diversas y 750 mil hectáreas de tierras de riego, y en ella se asientan las ciu-



dades de Toluca, Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Guadalajara.

La geomática en la divulgación y propuesta de acciones integrales

La geomática es el conjunto de disciplinas que comprenden el desarrollo científico necesario para la adquisición, procesamiento, almacenamiento, manipulación, administración, representación, comunicación y divulgación de datos geográficos, para lo cual intervienen la geografía, las ciencias de la computación e información y las matemáticas.

De manera congruente con esta perspectiva, “el Centro Geo se ha orientado al desarrollo de proyectos de alto impacto económico y social, para lo cual se sirve de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, a fin de generar servicios y productos de alto valor percibido”, se lee en su folleto de presentación, y en este sentido, por el cual los investigadores del Centro orientan la geomática para apoyar y afinar los procesos estratégicos de toma de decisiones y de planeación en empresas y gobiernos. Así, llámese producto o herramienta de trabajo, el *Atlas cibernético de Lerma-Chapala* representa un verdadero viaje, por lo menos de 45 minutos, por la historia, los escenarios y la problemática de esta importante cuenca de la República Mexicana. A decir de su coordinadora, este proyecto “se orienta a formular una conciencia sobre el deterioro del recurso agua en el lago de Chapala, presentando una visión integral de la problemática ambiental y las relaciones ecológicas y socioeconómicas de la región, desde una perspectiva holística –integral considerando las diferentes perspectivas y factores involucrados–, identificando las potencialidades y los conflictos del uso del agua y su relación con las actividades de sus pobladores”, y añade: “El *Atlas cibernético de Lerma-Chapala* es un producto que permite responder preguntas acerca de las relaciones que existen entre los recursos naturales, el medio ambiente y la actividad humana; asimismo, ofrece información histórica, biofísica, ambiental, demográfica y cultural sobre la zona”. La cuenca del



Lerma-Chapala, desde su parte alta, ha presentado un acelerado crecimiento demográfico y un extenso desarrollo de actividades agrícolas e industriales, las que no sólo han aumentado la demanda de agua, sino que además han puesto en peligro el equilibrio ambiental y ecológico de este sistema hidrológico. El enfoque integral del *Atlas* ofrece información adecuada para orientar los procesos de planeación y la toma de decisiones en la cuenca directa del lago Chapala, y sobre los programas relacionados con su manejo..., el abastecimiento y el control de calidad del agua, la infraestructura hidráulica, los programas de tratamiento y la disposición de las aguas residuales, entre otros”, sostiene la doctora Martha Alviar.

Una problemática en busca de soluciones

Desde hace ya varios años, el lago de Chapala sufre un continuo deterioro en cuanto a la desecación o pérdida de la superficie lacustre, debido al insuficiente aporte de agua en proporción con el volumen que a diario se extrae. A ello se suma el consecuente azolve de su superficie, la contaminación ambiental por diversas causas y los efectos que estos procesos tienen sobre las poblaciones vivas que habitan en este ecosistema. Hacia 1950 comenzó a acelerarse el proceso de industrialización del valle de México, cuya consecuencia fue el cambio de patrón en los asentamientos en la cuenca y mayor crecimiento demográfico; así, se empieza a consolidar un conjunto de centros urbanos que traen consigo mayor demanda de agua, procesos que contribuyeron a agravar la ya de por sí problemática del lago.

En la actualidad se estima que en sus alrededores hay más de 160 habitantes/km², es decir, cerca del 9% de la población nacional, además de que ahí se asienta una gran diversidad de industrias químicas, petroquímicas y agroindustriales. A ello hay que sumar las grandes superficies de riego agrícola, la necesidad de agua en las áreas urbanas y la parte que dos de las grandes metrópolis del país, Guadalajara y el Distrito Federal, consumen de esta cuenca. Cada año, más de 3 700 mm³ de agua del caudal del río Lerma (78% del recurso) se destina a los siste-

mas agrícolas y pecuarios, y el resto disponible, 1,300 mm³, se emplea para uso urbano o industrial.

Si se consideran 125 poblados rurales con una población menor a los 2 500 habitantes, 250 localidades medias urbanas entre 2 500 y 50 mil habitantes y las grandes ciudades con población mayor o igual a 50 mil, éstas últimas con dotaciones promedio de 300 litros por habitante al día, se estima un volumen demandado de agua potable de 743 mm³, toda proveniente del lago. Además, tomando en cuenta los 323 mm³ que se extraen de los acuíferos del Estado de México para suministrar agua a la capital del país y los 237 mm³ que se sacan del lago de Chapala para el área metropolitana de Guadalajara, el volumen total de demanda en la cuenca Lerma-Chapala asciende a 1 303 mm³.

El agua del lago era cristalina, pero actualmente su transparencia rara vez excede los 30 centímetros. Los contaminantes más comunes vertidos en él son bacterias patógenas, materia orgánica, grasas, aceites, detergentes y las mezclas con aguas industriales, que contienen además metales pesados y sales orgánicas sintéticas, cuya contaminación es particularmente preocupante, pues se han calculado aportes muy altos en ciertas áreas de la cuenca del Lerma. Por ejemplo, el análisis de la aportación de las industrias petroquímica, textil, de alimentos para animales, metalúrgica y de ensamble de vehículos de los estados de Querétaro y Guanajuato, indica que se están vertiendo diariamente a la cuenca más de 12 400 gramos de cromo y más de 4 300 gramos de zinc, y a pesar del grado de contaminación del agua, la gente que habita en los poblados de la ribera norte la consume, ya que no existen otras fuentes de abasto de agua potable, y con ello, las enfermedades gastrointestinales son muy frecuentes.

La problemática crece. Las industrias sobreexplotan el recurso acuífero y lo utilizan para deshacerse de sus residuos contaminantes, los agricultores aprovechan las aguas del Lerma y del propio lago, en tanto que los pescadores y los campesinos se ven empujados a sobreexplotarlo para la pesca y los terrenos cerriles adyacentes. Todo ello propicia el aceleramiento de la deforestación, la ero-

sión y, por ende, la merma del vaso lacustre. Los intereses de estos grupos marginados, así como de los agricultores y ganaderos, frecuentemente rivalizan, pues los primeros, que se benefician de la pesca, y otros grupos que se dedican al turismo, quisieran que se conservara un nivel adecuado de captación de agua; en cambio, los ganaderos se inclinan porque prosiga la desecación del lago.

Información geográfica integrada para la toma de decisiones

La doctora Alviar Nieto comenta: “La idea principal del *Atlas cibernético* derivó de la necesidad de integrar la mayor cantidad de información geográfica sobre la problemática del lago de Chapala, del cual existe mucha información proveniente de diferentes instituciones de los gobiernos estatal y federal, que se encuentra dispersa. Uno de los objetivos del *Atlas* fue integrar dicha información en un producto o sistema con enfoque dirigido a la planeación regional, utilizando para ello el comportamiento holístico de los recursos naturales y la teoría de ecología del paisaje. En abril de 1999 iniciamos el primer concepto de este *Atlas*; nosotros mismos generamos la información que llenara los vacíos existentes en esta conceptualización holística y en septiembre de ese mismo año tuvimos la primera versión”.

La idea era tener información geográfica integrada para la toma de decisiones, es decir, que fuera accesible para gente de mandos ejecutivos medios que se ocuparan de los problemas del lago de Chapala; “Sabemos que estamos llegando a ellos, porque en esa época hicimos la entrega del producto a la entonces Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP ahora SEMARNAT), y de septiembre a diciembre hubo una retroalimentación importante para enriquecer su contenido. A partir de entonces se les entregó a los ejecutivos de la SEMARNAP, a los presidentes municipales ubicados alrededor del lago y a toda persona que tuviera que ver con la toma de decisiones en el manejo de la cuenca. “La segunda etapa es la que llamamos de ‘inserción del producto como herramienta para la solución geomática en la so-

ciudad’. El proceso que estamos llevando a cabo es evaluar cómo se está comportando este producto en la toma de decisiones respecto al lago de Chapala, y hasta ahora tenemos buenos resultados. El primero fue el acuerdo que se firmó entre el gobierno de Jalisco, por intermedio del en ese entonces gobernador Cárdenas y el gobierno federal, representado por la maestra Julia Caravias, y en él no sólo se definieron acciones concretas, sino que se destinó un presupuesto para llevar a cabo esas acciones en la cuenca.”

Asimismo, la doctora Alviar afirma: “Históricamente el lago de Chapala ha tenido muchos programas y múltiples acciones por parte de las autoridades relacionadas con el medio ambiente y los municipios; sin embargo, notamos que el *Atlas* ayuda a que las acciones puedan ser orientadas de manera integral; es decir, que no sean sectoriales, por ejemplo, acerca sólo del agua o del bosque o de los cultivos. Que no se tomen acciones sectoriales ni decisiones sin tener una idea clara de lo que se está haciendo, sino que se conjunten de manera integral con la naturaleza. Que se entienda a la naturaleza como la integridad que es, y que las acciones vayan enfocadas hacia allá. El *Atlas* contribuye a que las personas que toman decisiones tengan esa visión holística de la naturaleza. El producto no dice qué acciones tomar. Con imágenes vívidas, muestra porqué y dice cómo. Se muestra claramente la contaminación existente en el agua y no da lugar a pensar que se trata de manchas de impresión. El uso de la multimedia ha sido muy útil..., ésta es una de las novedades y particularidades que tiene la cartografía cibernética. El uso de la multimedia para expresar el espacio... que no solamente puede estar expuesto por una carta o un mapa, sino expresado a través de un video, de la música, de un texto, de la música y la fotografía. Todo en conjunto expresa la problemática existente en un espacio geográfico.”

A decir de la coordinadora del *Atlas cibernético* del lago de Chapala, desde un principio fue concebido como un producto multidisciplinario que respondiera a la propia filosofía del Centro de Geomática, que es la multidisciplinariedad; es decir, que en él participara un equi-



po de profesionales de distintas disciplinas y áreas del conocimiento que trabajaran en el cumplimiento de un mismo objetivo, lo cual tiene aplicaciones en la planeación de asuntos de gestión ambiental y en el catastro de un sector regional. Así, el *Atlas* ayuda a entender la problemática y orienta las acciones, aclara la doctora Alviar Nieto, quien afirma: "Es un producto flexible, tanto porque resulta sencillo acceder a la información que contiene como porque acepta traer información externa y con ello actualizarlo para distintos fines y usos. Esto es importante porque facilita hacer un análisis virtual con el apoyo de otra información y generar una nueva. En este caso recurrimos a personas que tuvieran un enfoque de planeación regional y otras de teoría del paisaje, investigadores en recursos naturales, antropólogos, geógrafos, ingenieros en computación, diseñadores gráficos y comunicadores. Si buscábamos un enfoque holístico como resultado... había que comenzar por armar un equipo de trabajo desde este enfoque."

La doctora Alviar aclara además: "En la cuenca del lago de Chapala existe la necesidad de contar con el diseño y la aplicación de modelos de administración y conser-

vación del agua, adecuados para el manejo del recurso. Lo anterior indica una necesidad de abordar este manejo con base en el concepto de cuencas. Desafortunadamente, no siempre estas divisiones naturales coinciden con la jurisdicción de una sola autoridad. Esta situación exige una estrecha coordinación, que por diversos motivos no se ha consolidado de manera satisfactoria. Por esta razón, es necesario conocer el comportamiento físico natural de los recursos de la cuenca propia y, por tanto, del agua como componente regulador del sistema natural. El escenario futuro del manejo de la cuenca apunta a una aplicación de la concepción de un manejo integral de los recursos naturales suelo, agua y vegetación. La estrategia a seguir es poner el *Atlas* en las regiones donde corresponda y dejarlo en los centros de investigación correspondientes de cada una, para que sean éstos los que lo actualicen. Estamos ante un nuevo enfoque del área científica y tecnológica, que es el de generar herramientas más prácticas que atiendan la problemática de la sociedad. Nuestra idea es la de un Centro de Geomática Aplicada que genere las herramientas que ayuden a resolver esa problemática una vez que se ha definido." ●

The background of the entire page is a close-up photograph of a wood grain. The grain is highly textured, showing various shades of brown and tan, with prominent swirling and wavy patterns that create a sense of depth and organic movement.

Hinchamiento y contracción de la madera

FRANCISCO JAVIER FUENTES TALAVERA,
RAÚL RODRÍGUEZ ANDA Y EZEQUIEL MONTES RUELAS

The background of the entire page is a detailed, close-up photograph of a wood grain. The grain is highly textured, showing various shades of brown and tan, with prominent, wavy lines and knots. The lighting creates a sense of depth and highlights the natural patterns of the wood.

Madera

Introducción

Los árboles requieren para su desarrollo de un alto contenido de humedad, mismo que es diferente para cada una de las especies de madera. Así por ejemplo, en el caso de los encinos (*Quercus spp*), su contenido de humedad promedio es cercano al 70%, y en el de los pinos (*Pinus spp*), hasta de un 150%, en tanto que para las especies tropicales fluctúa del 45 hasta el 100%. Un caso muy especial es la madera de la palma de coco (*Cocos nucifera, L*), que en ciertas secciones de su fuste (tronco) puede presentar hasta un 600% de humedad referido a su peso seco. Sin embargo, una vez derribado el árbol y su fuste transformado en madera aserrada (tablas), tales contenidos de humedad resultan inconvenientes para la elaboración de la mayoría de sus productos, por lo que es necesario eliminarlos mediante el tratamiento de secado, hasta un nivel que suele fluctuar del 8 al 12%.

Al provocar el secado, ya sea de manera natural (al aire libre) o técnicamente, mediante el manejo de las variables del proceso secador, la madera tiende a reducir sus dimensiones y por ende su volumen, lo que se conoce como contracción, y este encogimiento por secado de la madera aserrada (tablas o tablones), es decir, aún sin procesar, en algunas ocasiones suele generar distorsiones y agrietamientos, sobre todo si dicha contracción ocurre en piezas que presentan irregularidades propias de las condiciones de crecimiento del árbol, tales como la presencia de madera de reacción, madera juvenil y dirección de fibra no recta, por ejemplo, entrecruzada.

Más importantes son los cambios dimensionales que ocurren en manufacturas ya terminadas y en uso, lo cual quiere decir que las dimensiones de un producto de madera pueden sufrir transformaciones debido a la modificación de su contenido de humedad, no obstante haber sido elaborado con material previamente seco, a causa de la capacidad de sorción o desorción de la humedad que tiene la madera al encontrarse en un ambiente de alta o baja humedad relativa del aire, respectivamente, y este fenómeno da como consecuencia su hinchamiento o contracción, según sea el caso.

El hinchamiento y contracción se deben al carácter higroscópico (acción de ganar o perder humedad) de la madera, mismo que es definido por su estructura anatómica, su densidad y, más significativamente, por sus principales componentes químicos, tales como hemicelulosas, celulosa, lignina y sustancias extraíbles. Los tres primeros favorecen la higroscopicidad, siendo las hemicelulosas las más afines a la humedad, seguidas por la celulosa y la lignina; por su parte, las sustancias extraíbles (gomas, ceras, taninos, etc.) actúan de forma inversa, es decir, interfieren en la sorción de humedad, por lo que las maderas con altos contenidos de dichas sustancias, suelen tener menor carácter higroscópico.^{1, 2} Así, al adquirir humedad, las dimensiones y el volumen de la madera se incrementarán (hinchamiento) y, por el contrario, éstos se reducirán (contracción) si la pierde. La magnitud de tales cambios dimensionales y volumétricos son definidos en función de la especie de que se trate y de qué

tan significativo sea el cambio de humedad ocurrido, de igual forma que la problemática resultante por el hinchamiento y contracción de la madera.

¿Qué tanto se hincha o contrae una madera?

Para conocer qué tanto se hincha o contrae una madera existen técnicas de laboratorio estandarizadas, que permiten determinar los índices característicos de este fenómeno. Así, por ejemplo, las normas de la American Society for Testing Materials (ASTM D 143-94),³ y de la International Standard Organization (ISO/DIS 4469)⁴ determinan sólo la contracción máxima radial y tangencial, así como volumétrica. Por su parte, la norma del Deutsches Institut für Normung (DIN 52 184)⁵ señala el procedimiento para establecer siete diferentes índices, que permiten conocer de forma más objetiva el comportamiento higroscópico de la madera.

Debido a que las características y propiedades estructurales, físicas y químicas de la madera son distintas entre especies aún del mismo género, el comportamiento higroscópico es por lo tanto dependiente de la especie de que se trate. Adicionalmente a estas propiedades, también debe contabilizarse el carácter anisotrópico que tiene la madera, es decir, sus propiedades físicas y mecánicas dependen del eje en que son determinadas, y en este sentido presenta tres ejes principales: 1) Longitudinal, que transcurre a lo largo del fuste y es paralelo al desarrollo de las fibras que componen la estructura de la madera, aunque el hinchamiento o contracción en este eje es prácticamente despreciable y por lo regular resulta indeterminado, pues fluctúa de 0.1 a 0.3%; 2) Radial, que se encuentra en forma perpendicular al eje longitudinal y a los anillos anuales de crecimiento de la madera, cuyo hinchamiento o contracción fluctúa de 2 a 6%, y, 3) Tangencial, que también es perpendicular al eje longitudinal, pero contiguo a los anillos anuales de crecimiento de la madera, y sobre éste se presentan los índices más altos de hinchamiento y contracción, que fluctúan de 5 a 14%. La intersección de cualquier eje con otro forma siempre un

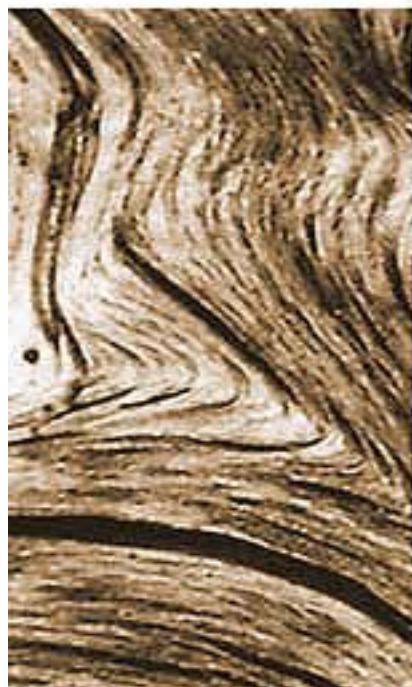


Figura 1. Ejes principales de la madera.

ángulo de 90°, y estos ejes se ilustran en la figura 1.

A continuación se muestran los valores máximos de hinchamiento y contracción de tres maderas mexicanas, y obviamente se prefieren las que tienen más bajos índices de ambos valores:

Pinus douglaciana (pino)

Hinchamiento máximo radial = 4.2%
Hinchamiento máximo tangencial = 9.9%
Contracción máxima radial = 4.4%
Contracción máxima tangencial = 8.7%

Quercus castanea (encino)

Hinchamiento máximo radial = 4.4%
Hinchamiento máximo tangencial = 14%
Contracción máxima radial = 4.2%
Contracción máxima tangencial = 12.3%

Enterolobium cyclocarpum (parota)

Hinchamiento máximo radial = 2.5%
Hinchamiento máximo tangencial = 5.0%
Contracción máxima radial = 2.4%
Contracción máxima tangencial = 5.0%

Problemática del hinchamiento y la contracción de la madera

El fenómeno de hinchamiento de la madera puede provocar desde la simple dificultad para abrir o cerrar una puerta exterior o los cajones de escritorios y closets, o bien, en el caso de la contracción, hasta agrietamientos, holguras en uniones y ensambles, deformaciones, y en circunstancias extremas el deterioro completo del producto de que se trate, por supuesto en función de las condiciones y magnitud en que ocurra este fenómeno.⁶ Los problemas más graves que ocurren frecuentemente en interiores, se refieren a los pisos de madera y recubrimientos de muros y techos con lambrines, las piezas ensambladas para puertas y muebles, o cubiertas de mesas y recámaras.

En el caso de pisos, duelas y recubrimientos con lambrines, un fuerte hinchamiento puede provocar ondulamientos y llegar a romper y deteriorar una gran proporción de éstos, mientras que la contracción provocará holguras en las uniones y en caso extremo también deformaciones. Para los productos manufacturados con piezas ensambladas, el efecto negativo es muy similar, ya se trate de hinchamiento o contracción, pues también pueden generarse separaciones, holguras, agrietamientos e imperfecciones. En las figuras 2 y 3 se ejemplifica el efecto



Figura 2. Puerta de exterior que muestra la separación causada por el hinchamiento y la contracción.



Figura 3. Separación de listones de madera por efecto del hinchamiento y la contracción en una puerta de exterior.

del hinchamiento y la contracción ocurrido en una puerta de uso en exteriores, elaborada de tablero enlistonado de pino y expuesta en forma permanente a la influencia del sol y la lluvia. Obsérvese cómo, por efecto de la intemperie, los listones de madera tienden a separarse, debido a que al entrar en contacto con el agua ocurren los siguientes fenómenos:

- Hinchamiento indistinto en cada uno de los listones, debido a la diferente orientación de los anillos anuales que presentan.

- Lavado del adhesivo que los mantiene unidos en una sola pieza, trae como consecuencia posterior que al reducirse el contenido de humedad (tiempo de secas), la madera se contraiga, dejando una separación entre listón y listón (línea de unión).

Así entre más casos de hinchamiento y contracción ocurran en esta manufactura, más amplia será la separación entre los listones de madera.

La problemática mostrada en las figuras 2 y 3 no sólo se presenta en manufacturas expuestas a la intemperie, sino también en otras usadas en interiores. En la figura 4 se observa el efecto del cambio de humedad en el centro de una puerta de cocina integral, elaborada con piezas de madera de caoba, unidas lateralmente, pero con distinta orientación de los anillos anuales. En la parte central aparece la línea de separación entre dos piezas, debida al hinchamiento y la contracción que ocurrió por cambios de humedad en la madera.

Investigaciones sobre el hinchamiento y la contracción de la madera

El estudio del fenómeno de hinchamiento y contracción de la madera se ha orientado hacia dos vertientes importantes:

1. La determinación experimental de los índices de hinchamiento y contracción de las maderas, con objeto de definir su comportamiento higroscópico y conocer de antemano la magnitud de los cambios dimensionales que pueden ocurrir debido a las modificaciones en su contenido de humedad. Esto permite seleccionar las especies, relacionando su comportamiento higroscópico –tipo de manufactura– y lugar de uso.
2. El estudio de tratamientos de impregnación con diversas sustancias químicas, para inhibir la capacidad de sorción de humedad de la madera. Algunos de ellos son sólo superficiales, por lo que su efecto es temporal, pero otros se introducen en la madera y actúan

como obturadores, evitando la incorporación de humedad y, además, un tercer grupo logra formar enlaces químicos con los componentes propios de la madera, evitando de esta forma su higroscopicidad.⁷

Algunas medidas para reducir los problemas de hinchamiento y contracción

Aunque resulta casi imposible evitar del todo el hinchamiento y la contracción de la madera, existen algunas acciones básicas que deben ser consideradas para evitar problemas mayores causados por ambos fenómenos:


1. Utilizar madera secada técnicamente a un nivel de contenido de humedad con equilibrio (humedad de la madera en función de la temperatura y humedad relativa del aire) apropiado al lugar de uso de la misma, pues de este modo es menos higroscópica (más estable) que la secada en forma natural, a consecuencia del tratamiento térmico a que es sometida durante el secado.
2. Indagar las variaciones de temperatura y humedad relativa del aire para los periodos críticos de secas y lluvias del lugar en que será empleada la manufactura. Esto es de utilidad para determinar el nivel de humedad de equilibrio que debe tener la madera.
3. Comprobar que el contenido de humedad de la madera sea efectivamente el que se haya solicitado, para lo cual existen medidores eléctricos que facilitan esta determinación.
4. Considerar que existen especies más estables que otras, por lo que hasta donde sea posible, deberá seleccionarse la madera más apropiada, basándose en la interrelación del comportamiento higroscópico-tipo de manufactura- y el lugar de uso.
5. Para el caso de pisos de madera y recubrimientos de muros con lambrines, es importante asegurar un buen aislamiento contra la humedad proveniente del suelo o del muro, y adicionalmente se debe facilitar el movimiento de aire en el sistema. 

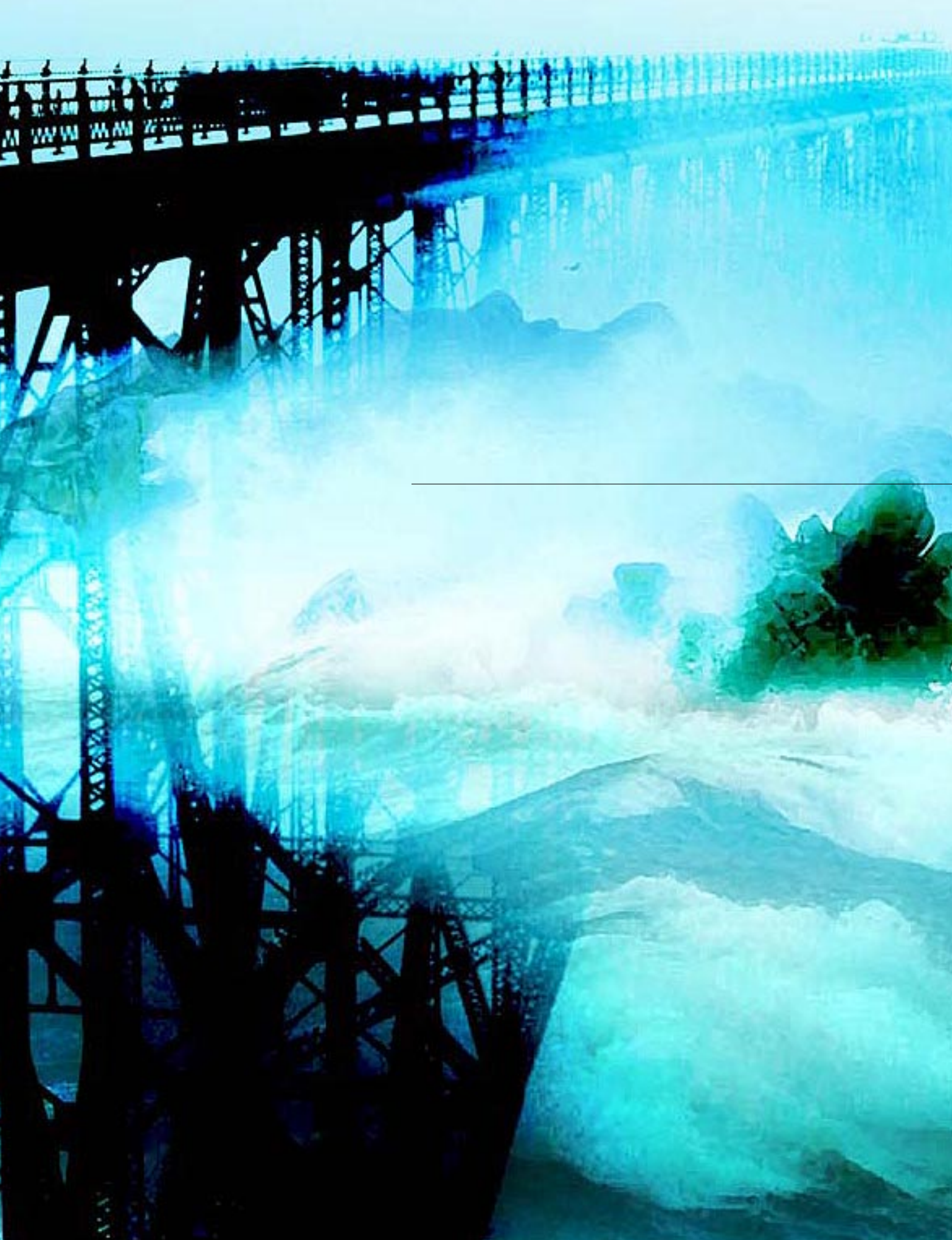


Figura 4. Separación de dos elementos en una puerta de cocina integral.



Notas

- 1 Niemz, P. *Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe*, DRW-Verlag, 1993, 243 p.
- 2 Siau, John F. *Wood. Influence of Moisture on Physical Properties*, Department of Wood Science and Forest Products, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1995, 227 p.
- 3 ASTM Standards *Annual Book*, section 4, vol. 04.10 Wood, Designation: D 143 - 94. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. American Society for Testing Materials, 1998, pp. 22 - 52.
- 4 ISO/DIS 4469. *Wood - Test methods - Determination of radial and tangential shrinkage*, International Standard Organization, 1975, 2 p.
- 5 DIN Taschenbuch 31. *Holznormen. DIN 52 184. Prüfung von Holz. Bestimmung der Quellung und Schwindung*, Deutsches Institut für Normung, 1979, pp. 70-73.
- 6 Wengert, Eugene M., y Dan Meyer. Causes and Cures for Warp in Drying, *Woodweb*, núm. 68, nov. 1993. <http://www.woodweb.com/backaart/wengert/warp.html>
- 7 Skaar, C. "Wood-Water Relations", en *Wood Science*, 1988, Springer Verlag, 283 p.



Preservación de la infraestructura en el Golfo de México

MIGUEL SCHORR W., BENJAMÍN VALDEZ S., NARCISO ACUÑA G. Y GUILLERMO HERNÁNDEZ D.

D

Introducción

urante los últimos decenios, México ha atravesado por un intenso proceso de desarrollo económico e industrial, poniendo énfasis en la modernización de su infraestructura. Actualmente, el petróleo y el turismo dominan la economía, pero la industrialización avanza, especialmente en el norte del país, acelerada por el Tratado de Libre Comercio (TLC) entre México, los Estados Unidos (EUA) y Canadá. Los elementos de la infraestructura constituyen la base física necesaria para este desarrollo, y por ello se invierten recursos y se realizan esfuerzos para evitar el deterioro y mantener en operación eficiente y segura tales componentes.



Figura 1. Principales nodos de la Red Nacional de Corrosión. El Programa de Anticorrosión del Golfo de México se lleva a cabo en la Sonda de Campeche.

El Golfo de México

El Golfo de México (GDM) es un brazo del Océano Atlántico, limitado al norte por los Estados Unidos y al sur y el oeste por la República Mexicana; constituye una vasta extensión de agua salada de dos millones de km² y una costa de 5 100 km de longitud (véase fig. 1), que se extiende desde Tamaulipas al norte hacia los estados de Veracruz en el sur, Tabasco, Campeche y Yucatán. En el sur, varios ríos desembocan en el golfo, entre ellos el río Grande y el Coatzacoalcos, y numerosas islas se ubican a lo largo del litoral, siendo la más importante la del Carmen, con el puerto de la ciudad del mismo nombre, situado en la Sonda de Campeche. En esta área, tanto en la costa como fuera de ella, operan instalaciones de la industria petrolera, incluyendo 80 plataformas de producción de gas y crudo, las cuales producen el 80% del petróleo y el 30% del gas del país.

Las características del agua del GDM que se presentan en la tabla 1, en particular la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto, dependen de la ubicación, la profundidad y el mes del año. Importantes puertos comerciales operan en él, como Veracruz, Tampico, Coatzacoalcos, Ciudad del Carmen y Progreso, dotados de instalaciones y equipos de acero, además de muelles y embarcaderos construidos de concreto reforzado, para el amarre de los barcos de carga y de pasajeros.

El GDM posee un clima tropical húmedo, con lluvias durante el verano, y la vegetación a lo largo de la costa es característica del bosque tropical lluvioso. Fuertes vientos soplan hacia el continente en invierno (llamados nor-

Tabla 1. Características físicoquímicas del agua del golfo de México

| Temperatura (°C) | Salinidad (ppm) | pH | Oxígeno disuelto (mg/l) | Conductividad (S/cm) |
|------------------|-----------------|-----------|-------------------------|----------------------|
| 20 - 32 | 36 - 41 | 6.34-7.32 | 4.32 - 6.34 | 0.0588 - 0.0625 |

tes), produciendo frentes fríos, a veces con abundantes precipitaciones, además de tormentas y huracanes que son frecuentes al final del verano y principio del otoño. Estos fenómenos hidrometeorológicos y las condiciones tropicales de humedad y calor provocan la corrosión y el deterioro de los materiales de ingeniería, de las estructuras civiles y las plantas industriales situadas a lo largo de la costa.

¿Qué es la infraestructura?

La palabra estructura se deriva del latín *struo*, que significa edificio o construcción. La infraestructura (infra = debajo) de una nación es la base física y material que soporta toda la actividad económica, y su calidad representa un índice crítico de la vitalidad económica de un país. En este contexto, cabe citar el concepto de superestructura, que abarca la cultura, el arte, la ciencia, el idioma y la religión, elementos determinantes del carácter espiritual de las naciones, cuyo bienestar económico, social y cultural depende en forma integral de su infraestructura y superestructura, así como la salud de una persona depende de su estado físico y anímico.

La infraestructura del Golfo de México

El GDM es una vasta región que cuenta con numerosos elementos de infraestructura. A lo largo de su costa existen puertos de altura y cabotaje, plantas de generación de electricidad, como las termoeléctricas, nucleares e hidroeléctricas, además de puentes y carreteras; sistemas de potabilización, abastecimiento y distribución de agua; refinerías y plantas petroquímicas. Las plataformas marinas situadas en la Sonda de Campeche producen petróleo y gas, que se conducen a la costa, mediante ductos submarinos, para llegar a las terminales petroleras. Numerosos ríos, cruzados por puentes carreteros y de ferrocarril, se vierten en el golfo, pero muchos de esos puentes, carreteras y ferrocarriles fueron diseñados y construidos años atrás, y a veces no son apropiados para manejar las pesadas cargas del tráfico actual,



Figura 2. Plataformas de perforación y producción de petróleo en el Golfo de México, cerca de la Isla del Carmen.



Figura 3. Cruce vehicular en la carretera Ciudad del Carmen-Campeche-Mérida

Tabla 2. Impacto de la corrosión sobre la infraestructura en el Golfo de México

| INFRAESTRUCTURA | ELEMENTOS PRINCIPALES | CORROSIÓN Y PROTECCIÓN |
|-----------------------------|---|---|
| Generación de energía | Plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, geotermicas y termoelectricas; redes electricas, cables y torres de transmision; sistemas de enfriamiento, calderas, turbinas y condensadores. | Corrosión a altas temperaturas por uso de combustibles fósiles, contaminación por V y S. Corrosión electroquímica y bajo tensión de turbinas, vapor geotérmico, agua agresiva de enfriamiento, agua tratada, protección catódica, inhibidores, nuevos materiales y diseños. |
| Sistemas de agua | Suministro de agua, acueductos, presas, pozos, canales, tuberías, estaciones de bombeo, sistemas de tratamiento y drenaje pluvial y municipal. | Control de corrosión, incrustación y suciedad, mediante el correcto diseño, la selección de materiales, la protección catódica para tubería de acero, y recubrimientos para tubería de concreto. |
| Industria del petróleo | Plataformas marinas, terminales petroleras marinas, tuberías terrestres y submarinas para gas y petróleo, refinerías y plantas petroquímicas | Corrosión por gases amargos y dulces en el crudo. Control con inhibidores, protección catódica. Control de emisiones corrosivas. |
| Transporte | Puertos, aeropuertos, puentes marinos y fluviales, ferrocarriles, carreteras, transporte público. | Deterioro de pavimentos, reparación y restauración de estructuras de concreto reforzado. Uso de recubrimientos y protección catódica. |
| Comunicación | Cables enterrados (TV, teléfono y electricidad). Torres y antenas de TV, telefonía y radio. | Drenajes correctos para evitar la acumulación de humedad. Recubrimientos orgánicos y galvanizado para controlar la corrosión atmosférica. |
| Construcción | Casas, edificios públicos, hospitales, hoteles, estadios, plantas, canales, vivienda multifamiliar. | Restauración de fachadas con concreto polimérico, protección de edificios con pinturas repelentes al agua. |
| Pesca | Puertos, barcos, recipientes marinos, plantas de congelación y empaquetamiento. | Corrosión y ensuciamiento marino. Pinturas anticorrosivas y protección catódica. |
| Turismo | Hoteles, áreas de recreación, servicios públicos. | Evitar el mal aspecto con pinturas y recubrimientos estéticos. |
| Agricultura y agroindustria | Sistemas de almacenamiento de agua para irrigación y riego, almacenes de semillas, frigoríficos, depósitos de fertilizantes y químicos para controlar plagas. | Corrosión en sistemas de riegos, contaminación por fugas de tóxicos, pérdidas de productos por fallas en los contenedores de almacenamiento, sistemas de refrigeración. Aplicar recubrimientos anticorrosivos, nuevos materiales y mejores diseños. |

por lo cual requieren de trabajos de rehabilitación y modernización. La intensa actividad económica, comercial e industrial que se desarrolla mediante la infraestructura del GDM consisten en transporte, navegación, comunicaciones, producción, refinación, almacenamiento y transporte del petróleo, lo mismo que el comercio regional e internacional con EUA, Europa y América Latina, así como turismo, pesca y agricultura para la producción de alimentos.

Los principales elementos de dicha infraestructura que se presentan en la tabla 2 están contruidos con una gran variedad de materiales metálicos y no metálicos, pero los dos primordiales son el acero y el concreto reforzado, utilizándose pinturas y recubrimientos para protegerlos de la corrosión.

Control de la corrosión

Los elementos de la infraestructura expuesta al ambiente tropical del GDM, con temperaturas que llegan a 40°C en el verano y una humedad relativa de 80-90%, están sometidos a procesos de corrosión y deterioro, cuyos mecanismos dependen de la composición, la microestructura y las propiedades de los materiales de ingeniería, así como de sus interacciones con el agua de mar y la atmósfera marina. Esta situación se ha agravado en los últimos decenios, a causa de la contaminación ambiental generada por el aumento de la producción industrial, las plantas de electricidad que queman com-

bustibles fósiles –carbón y combustóleo– y por la enorme proliferación de vehículos de motor, que emiten a la atmósfera gases ácidos corrosivos, en particular óxidos de azufre y nitrógeno que se combinan con la humedad atmosférica, formando y precipitando la lluvia ácida. Los vientos marinos arrojan sobre las estructuras de la costa diversas partículas salinas, que aceleran los procesos de corrosión y deterioro. En los últimos años, las autoridades federales, estatales y municipales han llevado a cabo pesquisas e investigaciones y han tomado medidas destinadas a predecir, prevenir y controlar los procesos de corrosión y deterioro de la infraestructura, en tanto que varios organismos e institutos nacionales invierten recursos y realizan esfuerzos en estas actividades, como se muestra en la tabla 3.

Programa de Corrosión del GDM

El GDM es considerado como una de las regiones estratégicas más importantes del país, y el deterioro de su infraestructura tiene un significado económico cuyas consecuencias pueden ser catastróficas desde el punto de vista social y ecológico. Por estas razones, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), resolvió, en 1991, establecer un instituto dedicado al estudio, diagnóstico y solución de los problemas de corrosión, con sede en la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) y el doctor Ernesto Zedillo, expresidente de

Tabla 3. Organismos centrales en el manejo de la infraestructura

| ÁREA | ORGANISMOS | INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN |
|--------------|--|--|
| Energía | Comisión Federal de Electricidad, (CFE). | Instituto de Investigaciones Eléctricas, (IIE), Cuernavaca. |
| Agua | Comisión Nacional del Agua, (CNA). | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, (IMTA), Cuernavaca. |
| Petróleo | Petróleos Mexicanos, (PEMEX). | Instituto Mexicano del Petróleo, (IMP), México, D.F. |
| Construcción | Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) | Instituto Mexicano del Transporte, (IMT). |

Tabla 4. Actividades del Programa de Corrosión del Golfo de México

A. Proyectos de investigación

- Corrosión atmosférica y marina.
- Control de corrosión en agua potable.
- Protección anticorrosiva de estructuras de acero y concreto.
- Corrosión localizada en aceros inoxidables.
- Materiales compuestos avanzados.
- Evaluación de recubrimientos en estructuras marinas sujetas a cargas cíclicas.
- Deterioro de monumentos históricos.
- Contaminación ambiental en la industria.

B. Servicio industrial

- Ensayos de corrosión para seleccionar materiales resistentes y para determinar la corrosividad de diferentes medios.
- Aplicación de normas nacionales e internacionales para evaluar parámetros ambientales.
- Caracterización de materiales metálicos y no metálicos.
- Ensayos biológicos y bioquímicos de alimentos.
- Asesoría a plantas industriales en el control de corrosión.

C. Asistencia a la comunidad

- Docencia y tutoría para estudiantes.
- Seminarios y cursos de actualización para profesionales.
- Dirección de tesis de licenciatura, maestría y doctorado.
- Formación de recursos humanos.
- Vinculación con los sectores social y productivo.

la República Mexicana, apoyó este proyecto cuando estuvo al frente de la Secretaría de Educación Pública. Este instituto realiza actividades consideradas de importancia fundamental para preservar y rehabilitar la infraestructura del GDM, actividades de investigación y desarrollo en varias áreas y temas específicos que se detallan en la tabla 4.

El Programa de Corrosión cuenta con laboratorios,

una biblioteca técnica y oficinas ubicadas en la UAC, y con un grupo de investigadores que trabajan en colaboración con otras instituciones de educación superior y centros de investigación nacionales y extranjeros. En este Programa se han llevado a cabo numerosas investigaciones en los últimos años, entre los cuales cabe destacar el análisis de la corrosión marina atmosférica en la costa del GDM, mediante la exposición prolongada al ambiente de varios paneles, con muestras de acero, acero galvanizado, cobre y aluminio, así como un proyecto de reparación y rehabilitación del puente de concreto reforzado de nombre La Unidad, que incorpora Isla del Carmen al continente, y un estudio sobre el comportamiento de los aceros inoxidables en aguas del GDM, simulando el efecto mecánico de las olas y películas depositadas por los microorganismos.

El Programa de Corrosión coopera dentro de un marco más amplio, que abarca varias zonas del país, denominado Red Nacional de Corrosión (RNC), cuyo centro coordinador está ubicado en el Laboratorio de Materiales y Corrosión del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en Mexicali.

Red Nacional de Corrosión

La RNC se creó en 1995, por acuerdo celebrado entre varios grupos de investigadores y expertos pertenecientes a instituciones y universidades mexicanas. En esencia, la red se consagra a la preservación de la estructura industrial básica, incluyendo las zonas costeras, las líneas del litoral, los mares y océanos del país, actividad que constituye una respuesta a los requerimientos establecidos por el TLC, en los cuales se hace patente la necesidad de modernizar la plataforma productiva del país.

La RNC está estructurada actualmente por cuatro centros principales: La Universidad Autónoma de Campeche, en donde se lleva a cabo el Programa de Corrosión del GDM; el Instituto de Ingeniería de la UABC, dedicado al estudio de la infraestructura marina en el Golfo de California y la estructura industrial de esa entidad; la Uni-

versidad Autónoma de Guadalajara, que realiza análisis sobre la infraestructura industrial de la región, y la Universidad del Mayab, en Mérida, que tiene a su cargo el control de la corrosión en la industria regional y la preservación de monumentos y estructuras del patrimonio histórico y cultural en la península de Yucatán. Esta red cuenta con el reconocimiento del Conacyt, y con el apoyo económico de las instituciones participantes, y además, se está tramitando la ayuda financiera de la Secretaría de Educación Pública (SEP), del FOMES y del Banco Mundial. Uno de los proyectos centrales es la creación de una Escuela Mexicana de Ingeniería de Materiales, y la RNC está actualmente en vías de consolidarse como uno de los programas de investigación con mayor calidad en el país, enfocado a lograr la conservación de la infraestructura federal y estatal.

Modernización de la infraestructura

El gobierno federal, los gobiernos estatales y las autoridades municipales realizan grandes esfuerzos para mantener y modernizar la infraestructura, a fin de asegurar su operación continua en forma eficiente y segura. En seguida se mencionan, de manera resumida, varios casos de modernización en el Golfo de México:

Puertos. Con el incremento de la industria, el comercio exterior y el turismo, así como y el aumento del tamaño de los buques-tanque (tanqueros) de petróleo, navíos de carga y de pasajeros y cruceros de turistas, ha sido necesario ensanchar, los canales de entrada, profundizar y ampliar los muelles y sus facilitar sus operaciones. En el puerto de Progreso, Yucatán, se ha construido un muelle para cruceros y transbordadores, otro para contenedores, además de una terminal de pasajeros, y se ha dragado el canal de navegación que lo une con la dársena. En este canal se han instalado boyas satelitales, como señalamiento marítimo, conectadas a un sistema computarizado, y los trabajos se realizan de acuerdo con el Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2000-2004, que dirige la Administración Portuaria Integral.

Puentes. El río Coatzacoalcos está cruzado por el puente Coatzacoalcos II, suspendido de tirantes de acero, amarrados a dos torres tipo A de concreto reforzado, que complementa otro puente levadizo de acero, construido a principios del siglo pasado. El moderno puente de cuatro kilómetros de largo, Carmen-Zacatal, que une la Isla del Carmen con la península de Atasta, en Tabasco, es el más largo de América Latina, y está apoyado sobre columnas de concreto reforzado de acero, enterradas en el subsuelo de la laguna de Términos. Su cubierta cuenta con una doble baranda construida de barras de acero pintado.

Petróleo. Los problemas de corrosión de la industria petrolera ocurren en cuatro áreas, producción, refinación, transporte y almacenamiento. A lo largo de la costa, en la vecindad de Tampico, Veracruz, Coatzacoalcos y Minatitlán, operan múltiples refinerías, complejos petroquímicos y terminales de tratamiento y carga de crudo. Plataformas fijas y flotantes de perforación y producción, instaladas en las aguas del Golfo extraen y tratan el crudo, utilizando compresores, turbinas, bombas, tuberías, válvulas e intercambiadores de calor con diseños modernos, fabricados de materiales resistentes a la corrosión, como son los aceros inoxidables, aleaciones de níquel y titanio, y recientemente se ha desarrollado un complejo petrolero, el Cantarell, con una inversión de 2,400 millones de dólares.

En la península de Atasta funciona una planta de compresión del gas que llega de las plataformas marinas mediante un ducto submarino, y en la cercanía se ha instalado recientemente una moderna planta para la producción de nitrógeno líquido, el cual se inyecta en los pozos de petróleo para aumentar su rendimiento y se conduce a las plataformas por un ducto especial, dotado de aislamiento térmico. Además, se aplican tecnologías contra los procesos corrosivos, como la protección catódica por ánodos de sacrificio en las partes sumergidas y por medio de pinturas y recubrimientos en las partes expuestas a la atmósfera marina. Los satélites y la telemetría computarizada se emplean para comunicar entre las plataformas, con los navíos de servicio y las instalaciones en la costa.



Figura 4.
Plataformas
marinas en la
Sonda de
Campeche.

Agua. Se ha ampliado la red de suministro de agua potable, rehabilitando los pozos profundos dotados de bombas eficientes, cuidando de no perjudicar los mantos acuíferos, y en las regiones afectadas por sequías se construyen presas de alta capacidad, para el abastecimiento de agua potable y para la irrigación de tierras agrícolas. Además, las presas recargan los acuíferos agotados por el alto consumo, y se instalan plantas de potabilización del agua, tratamiento de aguas negras y sistemas de drenaje municipal.

La Isla del Carmen, ubicada en la Sonda de Campeche, se abastece de agua potable mediante un ducto submarino de acero con recubrimiento externo e interno de cemento, que comienza en el estado de Campeche y cruza el subsuelo de la laguna de Términos.

Electricidad. El país está sometido a un proceso acelerado de electrificación, para llevar la energía eléctrica a nuevos centros urbanos, colonias y zonas rurales. Se realizan obras de instalación y rehabilitación del alumbrado público y se modernizan los sistemas de electricidad para disminuir las fallas en el servicio, y se han diseñado y construido modernas plantas de energía, con sistemas de operación y control automático, regulados desde centrales computarizadas. Últimamente se han construido plantas de "ciclo combinado" que utilizan de manera conjunta turbinas de vapor y de gases de combustión, así como motores marinos diesel, para obtener mayor



Figura 5. Puente de concreto reforzado Carmen-Zacatal.

eficiencia en la conversión de la energía térmica en energía eléctrica. La estación termoeléctrica de ciclo combinado Merida II, opera en la capital de Yucatán, suministrando energía a la región, y una línea de ductos de acero, de 800 km de longitud, transporta el gas natural desde los campos petrolíferos de Tabasco a Merida y la zonas cercanas. A lo largo de la costa del GDM se han instalado redes de torres de transmisión de electricidad, mediante cables de cobre o aluminio, construidas de acero galvanizado y protegidas con pinturas marinas pigmentadas con óxido de titanio. Las torres se asientan en bases de concreto reforzado, recubiertas con asfalto o pinturas anticorrosivas.

Perspectivas a futuro

México cuenta con 10 mil km de costa y con una excepcional heterogeneidad geográfica, climática y ecológica, que incluye océanos, golfos, mares internos, lagos, lagunas y rios; islas y penínsulas; cadenas de montañas, sierras, picos de nieves eternas; tierras altas, extensas llanuras, áridas estepas, tórridos desiertos, valles fértiles y selvas tropicales que conforman el paisaje de sus zonas urbanas y rurales. Los elementos de la infraestructura se ubican en todas estas áreas, sufriendo el embate de los fenómenos de la naturaleza y de la contaminación generada por la actividad humana, económica e industrial, por lo que su preservación requiere de sistemas de mantenimiento predictivo, preventivo y de rutina, al igual que de tecnologías modernas de conservación, protección, reparación y rehabilitación. 🌀

Bibliografía

- Acuña G., N.; G. Hernández D., y M. Schorr W. "Stainless Steel Performance in the GOM Seawater", *Stainless Steel World*, junio, 1999, The Netherlands.
- Acuña G., N. y G. Hernandez D. "Effect of Exposure Time on Corrosion Resistance of Prepassivated UNS S31603 in the GOM", *Corrosion 98*, NACE Conference, San Diego, California.
- Cook, D., y J. Reyes *et al.* "Atmospheric Corrosion in Marine Environment Along the Gulf of Mexico", en *Marine Corrosion in Tropical Environment*, ASTM STP1399, 2000.
- Espino, Guadalupe L. *Oceanografía de mares mexicanos*, México, 1991 AGT Editor.
- Hernandez D. G. *et al.*, "A Corrosion Investigation of a Reinforced Concrete Bridge in a Tropical Marine Environment", *Materials Performance*, 33, 1994, pp. 12.
- Reyes, J. "Influencia de los principales factores climáticos y de la calidad del aire sobre la corrosión de los metales en la costa sureste del Golfo de México, tesis de maestría, Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, 1999.
- Valdez S., B. Guest ed., "Corrosion Control in Geothermal Power Plants", *Corrosion Reviews* 17, 1999, pp. 3-4.
- Veleva, L. *et al.*, "The Corrosion Performance of Steel and Reinforced Concrete in a Tropical, Humid Climate. A Review", *Corrosion Reviews*, 16, 1998, p. 3.

iDe



¿qué color es el café?

SERGIO TICUL ÁLVAREZ-CASTAÑEDA Y JUAN F. ELORDUY-GARAY



E

l motivo de este artículo es llamar la atención sobre el empleo técnico de vocablos de uso común en el lenguaje cotidiano, pues en nuestro campo de especialidad (biología) es frecuente el uso de los colores para describir los pelajes, el plumaje o la piel de los organismos; sin embargo, nos ha sucedido, tanto en calidad de autores como de revisores de publicaciones científicas y técnicas, que el uso de ciertos vocablos resulta confuso o francamente indefinido, y esto genera problemas a la hora de publicar los resultados de una investigación que utilice términos del lenguaje común, ya que se producen imprecisiones o malentendidos. Así pues, con el solo ánimo de exponer un ejemplo de dichos vocablos, nos dimos a la tarea de investigar el uso del término café en nuestro ámbito.



En México, la gran mayoría de las personas utiliza el vocablo café para referirse a un color, y el uso de este término es tan común como los de rojo, amarillo, blanco o negro, e incluso, en muchas publicaciones de tipo formal y científico se puede encontrar que es empleado comúnmente. Como contraparte, hay personas que mencionan que el café no es un color, y en su lugar debería utilizarse la palabra de marrón. Este asunto nos pareció interesante, y por ello buscamos en el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (1970, p. 222), considerada como la institución que norma universalmente el castellano, la definición de café: "Semilla del cafeto. Bebida que se hace por infusión con esta semilla tostada y molida", y además de otra serie de acepciones. Así estimamos que en México, la mayor parte de las personas en realidad estaba usando el término de manera inapropiada.

Para confirmar la veracidad de lo anterior se consultaron varios diccionarios de amplia circulación internacional (*Pequeño Larousse*, 1982 e *Ilustrado de las ciencias y técnicas*, 1988; *Enciclopedia hispánica*, 1993; *Océano Uno*, 1994; *Enciclopédico Quillet*, 1990), y en ninguno de ellos existe definición alguna del café como color, aunque sí se encontró un número de acepciones diversas. En ese momento estábamos convencidos de que el café no era un color, pero, considerando el idioma español como una lengua viva, revisamos la última edición del mencionado *Diccionario* de la Real Academia de la lengua española, 1992, p. 250) y ahí hallamos una acepción que no aparecía en ediciones anteriores: "Adj. Méj., marrón". Correspondía, entonces, en buena lógica, revisar el término marrón, cuya definición es (Real Academia Española, 1970, p. 850): "Galicismo de castañas. Piedra con que se juega al marro. Marro, martillo grande y pesado", lo que no hace referencia a su uso como color; sin embargo, en su edición de 1992, en la página 940, hay una definición que versa: "Adj. Dícese del color castaño o de matices parecidos (úsase también como sustantivo masculino). Dícese de lo que tiene ese color. No se aplica al cabello de las personas ni al pelo de los animales."

Las anteriores definiciones nos aclararon dos puntos. El primero es que el café no fue considerado¹ como color en la lengua española hasta 1992, y el segundo, que un objeto puede ser nombrado indistintamente como café, marrón o castaño, a excepción del pelo de los humanos y animales, que sólo puede ser nombrado como castaño. Por su parte, la definición de castaño (Real Academia Española, 1970, p. 275; y 1992, p. 307) reza: “Del color de la cáscara de la castaña. Que tiene este color”, y una serie de acepciones más. Estos hechos nos hicieron reflexionar sobre el uso del lenguaje en la ciencia mexicana que se aplica en diferentes disciplinas, y también sobre qué tan propiamente lo empleamos, partiendo de la premisa de que hasta 1992 el café no era reconocido como color, a excepción de la edición de 1992 del *Diccionario de la lengua española*, pues ningún otro de los revisados menciona el término como color; esto nos llevó a buscar uno con mexicanismos, como el *Diccionario del español usual en México* (Colegio de México, 1998), que asienta: “Café, que tiene el color de estas semillas (las del cafeto) cuando están tostadas: ojos cafés, zapatos cafés”, lo que confirmo que, en nuestro país, los lingüistas aceptan la utilización de la palabra café, como color, pero al ser esta obra de limitada circulación, gran parte de la comunidad académica ha caído en malas interpretaciones

Realizamos inmediatamente un experimento de campo sobre el uso de los términos en la vida ordinaria, y el planteamiento se basó en preguntar a diferentes profesionales, de distintas áreas y de diversas regiones del país (n = 150) acerca del nombre del color que usarían para describir un objeto de color café, y el 90% respondió café, el 8% marrón y los restantes pardo.

Con la finalidad de constatar si era adecuado el uso de la palabra pardo como color, acudimos otra vez al *Diccionario de la lengua española* (1970, p. 978; 1992, p. 1084), en el que encontramos la siguiente definición: “Del color de la tierra, o de la piel del oso común, intermedio entre blanco y negro, con tinte rojo amarillento, y más obscuro que el gris.”

Nos quedaba la duda de si el término café es un mexicanismo (o mejicanismo) según la Real Academia Es-

pañola, 1992, p. 250, o un americanismo, por lo que se realizó el mismo experimento de mostrar un objeto, que para nosotros es de color café, a personas de diferentes países latinoamericanos, y el resultado fue que todos respondieron asignándole ese nombre, excepto los habitantes de Cuba, Chile y algunos de Colombia, para quienes el color es conocido como carmelita, pero al buscar su definición (Real Academia Española, 1970, p. 263) encontramos: “Dícese del religioso de la orden del Carmen. Cuba y Chile: Dícese del color pardo, castaño claro o acanelado, por alusión al del hábito de los carmelitas”, y otra serie de acepciones, por lo que el color sí está reconocido como tal, pero no equivale a lo que en México significa café.

Otro aspecto que revisamos fue el de los nombres de colores en objetos de circulación frecuente, como es el caso de los muestrarios y tintes para profesionales, y nuevamente encontramos el uso del café como color, más una gran cantidad de anglicismos, a excepción de los tintes para pelo, en los que se utiliza el término castaño. Una última opción fue revisar la literatura científica, en la que era de esperarse que, por estar arbitrada y editada, los términos apropiados para los colores deberían de ser bien utilizados. La búsqueda se realizó en libros y publicaciones especializadas en vertebrados, editados por autores latinoamericanos entre 1980 y 1998, y se encontró que de 108 trabajos, el 30% utilizó café, 30% pardo, 15% moreno y 15% castaño. Por cierto, en ninguno de los trabajos revisados se encontró que emplearan el término marrón.

La definición de moreno (Real Academia Española, 1970, p. 895) dice: “Aplicase al color obscuro que tira (tiende) a negro. Hablando del color del cuerpo, el menos claro de la raza blanca,” pero encontramos, además, que no puede ser aplicado a objetos o animales. Así para determinar de qué color es el café revisamos las claves de color más utilizadas en biología, destacando las del sistema Munssell (1954, lámina 5/2 10YR), las de Ridway (1912) y las del *Atlas de colores* de Villalobos-Domínguez y Villalobos (1947), en las que se observa que el color castaño o marrón (hazel o nut) no concuerda con el *brown* de habla inglesa, sino que es un color más rojizo y claro que este último; como contraparte, el carmelita es más cla-

ro y con tono de canela, por lo que, estrictamente hablando, no existe un equivalente en el español para el color café, sin embargo, en México éste sí equivale al brown, mientras que el castaño es más rojizo y el carmelita más claro.

Desde nuestro personal punto de vista debemos considerar tres puntos importantes:

- 1). El término de café como color es válido según la Real Academia Española de la Lengua, y puede ser utilizado de manera amplia, pues también sirve en referencia al pelo y deberá de ser considerado como la traducción del *brown* de habla inglesa.
- 2). Aunque la Real Academia Española considere como sinónimos el café del marrón y el marrón del castaño, el primero es un color menos rojizo y más oscuro, mientras que los segundos son sinónimos; de hecho, marrón es un galicismo de castaño, y ambos tienden a ser más rojizos y claros.
- 3). El pardo es de tono más oscuro y, en el caso de animales de pelo, se aplica a aquellos en los que el color general está formado por la combinación de pelo de diferentes colores en un mismo sitio, como es el caso de la liebre y de muchos conejos silvestres.

Según todas las autoridades del lenguaje, los idiomas se van construyendo por la aprobación y uso de las palabras y sus significados por parte de los usuarios, y en este caso, el empleo del término café al describir el color es habitual para la mayoría de los pobladores de Latinoamérica. Así pues, consideramos que su aceptación como color puede y debe ser usado en la terminología científica y técnica, cuando sea el caso, y para ello, deberá definirse con precisión a qué color nos referimos con dicho término, cuál es la diferencia entre éste y los que se le parecen o se usan como sinónimos en el lenguaje cotidiano y, finalmente, cuáles son las equivalencias de dicho color (café) con los de lengua inglesa que se utilizan en la terminología científica y técnica. ●

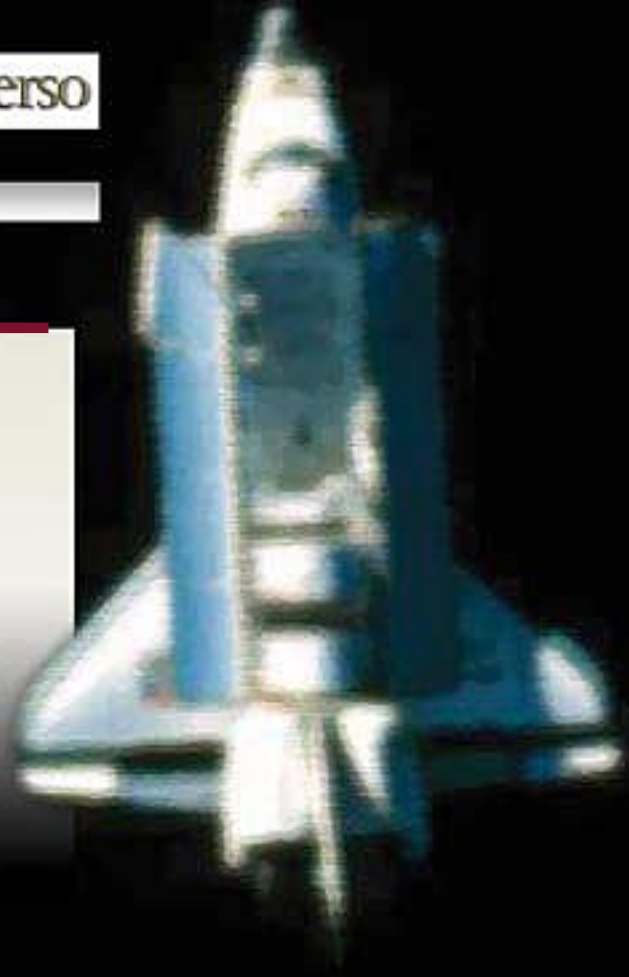
Bibliografía

- Diccionario del español usual en México, México, 1998, Colegio de México.
- Diccionario enciclopédico Quillet, México, 1990, Promotora Editorial.
- García-Pardo, y R. Gross. Pequeño Larousse ilustrado, México, 1982, Ediciones Larousse.
- Diccionario Océano Uno, Barcelona, España, 1994, Editorial Océano.
- Enciclopedia Hispánica. United Kingdom, 1993, Enciclopedia Britannica Publ.
- Galiana Mingot, T. *Diccionario ilustrado de las ciencias y técnicas*, México, 1988, Ediciones Larousse.
- Munsell. *Soil Color Charts*, 3ª ed. Baltimore, U.S.A., 1954, Munsell Color Co.
- Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*, 19ª ed. Madrid, España, 1970, Editorial Espasa-Calpe
- . *Diccionario de la lengua española*, 21ª ed., Madrid, España, 1992, Editorial Espasa-Calpe.
- Ridway, R. *Color Standards and Color Nomenclature*, Washington, 1912, U.S.A., A. Hoen.
- Villalobos-Domínguez, C., y J. Villalobos. *Atlas de los colores* Ed. El Ateneo, 1947, Buenos Aires, Argentina.

¹ Versión Febrero 2001



¿Viajar a las estrellas? Imposible... en el presente



E

l ser humano ha conseguido realizar casi todo aquello que primero imagina conceptualmente, luego lo estudia y coeteja con sus propios conocimientos y experiencia y, por último, lo desarrolla técnica y tecnológicamente hasta que consigue un resultado positivo, tal vez muy ineficiente al principio, pero funcional al fin.

En la actualidad, el grado de adelanto en el conocimiento científico y técnico nos permite imaginar y calcular en forma conceptual la posibilidad de efectuar viajes inter-estelares, es decir, viajes a las estrellas próximas, y con el tiempo a las galaxias cercanas, basados en tecnologías aún en desarrollo, pero cuyos principios están cimentados sólidamente con las teorías, las leyes y las realizaciones llevadas a cabo, primero en los laboratorios y después en los talleres de los consorcios industriales.

Al respecto y en el campo de la astronáutica recordemos que en este momento se encuentran viajando cuatro astronaves automáticas, Pioneer 10 y 11 y Voyager 1 y 2, que están ya fuera de nuestro sistema solar, y que todavía a principios de este tercer milenio funcionaban normalmente y bajo control terrestre, después de más de 20 años de navegar por el espacio, primero interplanetario y ahora interestelar.

El Proyecto Dedalus

También, hace más de 20 años, un grupo de científicos y tecnólogos, miembros de la Sociedad Interplanetaria Británica, emprendieron serios estudios para evaluar teóricamente la posibilidad de construir una astronave, no tripulada, que pudiera llegar a la estrella de Barnard, distante de nosotros unos tres años-luz. Para ello se emplearían técnicas que, desde entonces y hoy en día, se han perfilado como posibles a principios de este milenio; una de ellas, es la propulsión por fusión nuclear a base de deuterio.

El viaje sería solamente de ida, y la astronave, que se aceleraría mediante motores pulsatorios durante cuatro años hasta alcanzar una velocidad de 28 kilómetros por segundo, llegaría a su destino en unos 50 años, y una vez en las proximidades de la estrella de Barnard lanzaría varias pequeñas naves auxiliares, para tomar datos de los planetas que se supone giran en torno de dicha estrella; los informes provenientes de esa exploración planetaria llegarían a la Tierra seis años más tarde, sin menoscabo de que, en el transcurso del viaje, la astronave madrina nos radiara la información que surgiese durante el trayecto.

Para determinar el tamaño de la astronave, el grupo calculó la cantidad de deuterio que debería llevar en función de la masa del mecanismo propulsor, de las naves auxiliares y del equipo de comunicación, etc., y obtuvo como resultado un cohete de dos etapas, la primera con 46 mil toneladas de este isótopo, que se gastarían en los primeros dos años, y la segunda con cuatro mil toneladas, que se agotarían en los siguientes dos años de aceleración; el resto del viaje sería inercial, para llegar a la vecindad de la Barnard con una masa final de 450 toneladas con todo y carga útil, consistente en las naves auxiliares y los sistemas de radiocomunicación.

Con esta información es fácil estimar la magnitud del proyecto en costo y tiempo, que aún siendo posible de concertarse un superesfuerzo internacional, no resulta viable todavía, dado que la fusión nuclear aún no se ha dominado y no se cuenta con la tecnología de motores basados en dicha fusión nuclear ni con la disponibilidad de obtener esas inmensas cantidades de deuterio. Como es lógica, en el entretanto se han explorado otros conceptos de propulsión, todos ellos en el nivel de especulaciones científicamente posibles; en seguida, describo brevemente el principal y unos cuantos más.

Propulsión a base de materia-antimateria

Es sabido que la antimateria y la materia se aniquilan al entrar en contacto, transformándose totalmente en energía, y para usar esta propiedad como propulsora es necesario producir grandes cantidades de antiprotones y de positrones, a fin de unirlos y obtener átomos de antihidrógeno, congelar éstos para formar bloques sólidos del antimetal y conservarlos mediante “envases” magnéticos con objeto de que no vayan a entrar en contacto con la materia normal.

En el presente, los antiprotones se producen en los aceleradores (como el CERN en Europa) haciendo chocar protones acelerados a velocidades relativistas, es decir, muy cercanas a la luz, contra un metal pesado. Estos antiprotones se pueden obtener actualmente en cantidades del orden de un billón por día, pero por ahora, a este

ritmo, apenas se podría recolectar menos de un miligramo por siglo.

Conviene cuantificar qué cantidad de antihidrógeno haría falta para realizar un viaje como el que plantea el proyecto Dedalus antes mencionado, y así intentaremos antes describir cómo podría ser un motor de reacción que se alimentase de hidrógeno y antihidrógeno; una forma sería la de canalizar magnéticamente la energía producida por la reacción y hacerla salir por las toberas del motor de propulsión, para lo cual se requerirían campos magnéticos del orden de 50 teslas! (La densidad de flujo magnético de la Tierra no llega a 0.0001 tesla) Otra forma sería utilizar esa energía para volatilizar un fluido de trabajo, que se expelería por las toberas, sistema más eficiente que el anterior, aun cuando posee la desventaja de tener que llevar ese fluido en la cantidad necesaria.

Al emplear la energía producida por la aniquilación de la materia-antimateria a efecto de volatilizar el fluido propulsor se requerirían, para llegar a una velocidad de 0.1 cm esto es, 30 mil kilómetros por segundo, unos 15 kilogramos de antimateria y 3.9 toneladas de fluido por cada tonelada de carga útil; ahora bien, si se calcula una carga útil del mismo valor que la del proyecto Dedalus (450 ton.), tendríamos que contar con 8.4 toneladas de antimateria y 2 280 toneladas de fluido propulsor, cantidades muy inferiores a las calculadas para la astronave con motor de fusión nuclear. Sin embargo, la cantidad de tiempo y de potencia que requeriría se sale, por ahora, de todo realismo práctico, aunque no resulte imposible desde el punto de vista teórico.

Hay aún varias opciones más, que sendos grupos de investigadores han estudiado, y algunas de ellas, son:

- A. La propulsión a base de gigantescas velas empujadas por la luz y el viento solar, con la ventaja de que no implica llevar motores ni fluidos; no obstante, tiene la desventaja de que sólo hay viaje de ida y que el empuje disminuye al alejarse del Sol.
- B. Como la anterior, pero en vez de utilizar Sol, construir un superláser terrestre, cuyos fotones empujarían una vela de mucho menor tamaño que la de la opción A.

- C. La propulsión a base del superpotente láser terrestre, cuya energía convierte en plasma un fluido que la astronave lleva consigo y que expele por las toberas.
- D. Otros conceptos, como el de gigantescos cilindros metálicos habitados por cientos de familias que viajarían a velocidades reducidas, tienen la desventaja de que la duración del viaje se llevaría varios miles de años. Así, nuevamente seremos nómadas, pero en nuestra galaxia.

Si especulamos aún más lejos e intentamos acelerar nuestra nave a velocidades cercanas a la de la luz, podremos hacer la siguiente consideración: si pudiéramos sostener durante un año una aceleración igual a la de la gravedad terrestre, como lo propuso Carl Sagan (lo que haría el viaje más cómodo), nuestra velocidad final sería casi la de la luz; así, un viaje a la galaxia de Andrómeda podría realizarse en 30 años, tiempo transcurrido dentro de la astronave, y una misma tripulación haría el viaje de ida y vuelta, calculando sus edades en 20 años a la salida y al regreso en 80, cifras muy viables, sobre todo en el futuro. Lo verdaderamente fascinante de un viaje de esta índole es que, a causa de la “dilación del tiempo”, para los habitantes de la Tierra habrían transcurrido nada menos que ¡cuatro y medio millones de años! y la pregunta es ¿qué encontraría la tripulación a su regreso? 🌌

• Para mayor información consultar *Interstellar Travel: A Review for Astronomers*, L. A. Crawford, University College, Londres, WC1E 6BT.

Estos dos meses son los mejores del año para observar el cielo, tanto por la limpieza de éste cuanto por las bellezas que nos regala. Como ejemplo tenemos la gran galaxia espiral de Andrómeda, distante de nosotros “tan sólo” 2.2 millones de años-luz y invisible a simple vista! Es el único objeto celeste, fuera de nuestra Vía Láctea, que podremos observar sin ayuda de instrumento alguno, pues al anochecer, Andrómeda se hallará cerca del cenit, sobre nuestra cabeza, al noroeste del cuadrado de Pegasus, y aparecerá como una débil pero bella nubecita ovalada.

Otro objeto extraordinario es la gran nebulosa de Orión que, a media noche, también estará sobre nuestras cabezas, formando “la espada” del gigante, que pende de su cinturón compuesto por las tres estrellas conocidas como los Tres Reyes Magos. En el centro de la nebulosa, con el telescopio, se apreciará el llamado Trapecio de Orión, a cuyo alrededor los gases ionizados son causa del nacimiento de multitud de estrellas. Esta maravillosa región de nuestra galaxia se encuentra a unos 1 500 años-luz del Sistema Solar, y resulta una bella experiencia inspeccionarla a mediados de ambos meses, cuando no hay Luna, tiempo igualmente adecuado para admirar la gran espiral de Andrómeda mencionada al principio.

Noviembre

El 14 de noviembre, una hora antes de que salga el Sol, Mercurio y Venus en conjunción, a medio grado uno del otro, será la última oportunidad en el año para observarlos juntos en la constelación de Virgo, con su estrella principal Spica, alineada cerca de los dos planetas, y el día 26, Marte, el planeta rojizo, se encontrará a menos de un grado al sur-sureste de Urano, gran ocasión para localizar este último con el telescopio.

Un paseo por los cielos de noviembre y diciembre del 2001

Diciembre

El 3 de diciembre, Saturno se hallará en oposición, es decir, lo más cerca de la Tierra, excelente fecha para observarlo con cualquier telescopio; sin embargo, desde un mes antes y hasta otro después, ese planeta, con su sistema de anillos y el gran satélite Titán constituirán un espectáculo único en el sistema solar.

El día 14 ocurrirá un eclipse anular de Sol con centro en el Pacífico, que en México resultará visible de manera parcial después del medio día, y el 21, a las 13:20, el solsticio de invierno en el hemisferio norte, cuando el día y la noche son los más cortos del año.

El día 24 es Noche Buena, el 25 Navidad y el 31 se acabará el primer año del tercer milenio de nuestra era; por ello, deseamos a nuestros lectores y amigos un

¡FELIZ AÑO NUEVO 2002!

LLUVIAS DE ESTRELLAS

De las 12 lluvias de estrellas que ocurrirán en el bimestre, las más importantes son las Leonidas y las Gemínidas.

Las Leonidas de noviembre tendrán su máximo los días 17 y 18 y, dado que casi no habrá Luna, su observación resultará muy favorable, pues por ser éstas las más rápidas (71 km/s) dejan trazos azulosos muy brillantes que harán posible observarlas.





La observación de las Gemínidas de diciembre también resultará privilegiada, por ocurrir su máximo el día 14, y al contrario de las anteriores, su ingreso a la atmósfera terrestre será relativamente lento (35 km/s), presentando trazos amarillentos, pero más persistentes.

Un excelente fin de año para ver estas dos lluvias. ☀

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (el 30 de noviembre)

| | Ascensión recta | Declinación |
|---------|------------------|--------------------|
| URANO | 21 horas 35' 21" | -15 grados 04' 47" |
| NEPTUNO | 20 horas 35' 28" | -18 grados 32' 25" |
| PLUTÓN | 16 horas 58' 28" | -12 grados 50' 09" |

Fases de la Luna

| | Perigeo día / hora | Apogeo día / hora | Menguante día / hora | Nueva día / hora | Creciente día / hora | Llena día / hora |
|-----------|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|
| | | |  |  |  |  |
| Noviembre | 11 / 11 | 23 / 10 | 8 / 6 | 15 / 00 | 22 / 17 | 30 / 15 |
| Diciembre | 6 / 17 | 21 / 07 | 7 / 14 | 14 / 15 | 22 / 15 | 30 / 05 |

Ciencia, prensa y vida cotidiana



La curiosidad y el juego forman parte de la naturaleza humana y la hacen insaciable; no en balde siempre tenemos –o deberíamos tener, si no se nos alteraran los procesos químico-genéticos a causa de algún mal golpe o de un peor contagio– la buena sed del conocimiento, inclinación que, según se nos ha dicho y medio hemos observado, se manifiesta desde muy temprana edad. En efecto no hay padre, ni madre por supuesto, que no haya recibido las preguntas de su prole como desafíos a su autoridad y experiencia, pero no se adelante, amable lector, no me refiero a los cuestionamientos sobre el despertar –o más bien acostar– de la adolescencia. No, se trata de esas interrogantes mucho más difíciles de responder y que, sobre todo en este mundo de circuitos, se explican a los hijos por la magia digital, es decir, por lo que aprietan, empujan o presionan los dedos, como por qué se ve la gente en la televisión, –pregunta de párvulo de 4 a 5 años– pues porque la prendes oprimiendo con el dedo este botón, y porque pago puntualmente el cable cada mes, respuesta estándar de papá con estudios superiores. La prensa mexicana del

...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*

siglo XIX, a la que es afecta esta sección, prestó auxilio a tutores y tutoras (?) en la tarea de aclarar el temprano interrogatorio de la vida, y entre algunos de los esfuerzos notables se encuentra *El pájaro verde*, periódico que apareció en la ciudad de México en 1861 y llegó hasta 1877, no sin sobresaltos, pues con su tendencia conservadora vio y discutió el transcurrir del segundo Imperio y la restauración de la República. No obstante, su editor, Mariano Villanueva y Francesconi, quitó espacio a los artículos políticos para publicar ocasionalmente unas curiosas “recreaciones científicas”, con el subtítulo de *La ciencia para todos* y con el ánimo de ayudar a las familias. Así, Francesconi permitió que se revelaran en un par de entregas, sin firma, los misterios del trompo, las pompas de jabón, el rehilete –que designaba al equivalente del actual “gallito”–, los globos, las cometas o papalotes y las canicas. Vale la pena recordar en esta Alaciencia algunos de los juegos y entretenimientos de los abuelos, por medio de esas especies de cartillas de preguntas y respuestas que publicó *El Pájaro verde* en septiembre de 1863:

Recreaciones científicas

La ciencia puesta al alcance de todo el mundo

¿Por qué el trompo hueco produce un zumbido cuando gira?

Porque el hueco del trompo vibra, y el corte del agujero que hay en cada costado choca contra el aire cuando da vueltas, y esto lo hace vibrar.

¿Por qué el trompo sólido zumba menos que el hueco?

Porque no teniendo ningún agujero en sus costados, sus partículas no vibran con tanta facilidad ni comunican sus vibraciones al aire con tanta prontitud.

¿Por qué un trompo sólido zumba unas veces y otras no?

Porque si gira con grande velocidad y su punta ha dado con fuerza en el suelo, la madera se ha puesto en vibración, y la superficie del trompo, rechazando el aire con la rapidez de su movimiento, produce ondas vibratorias. Pero si el trompo gira con una fuerza regular, la madera no vibra.

¿Por qué vemos las figuras pintadas en el trompo antes de bailar y no cuando baila?

Porque la velocidad de su movimiento giratorio hace que las imágenes pintadas en su superficie se sucedan con tanta rapidez en la retina del ojo, que se borran la una a la otra, comunicando una impresión de anillos pintados en vez de objetos definidos.

¿Por qué se mantiene derecho el trompo cuando da vueltas, y por qué cae cuando se para?

Porque se encuentra bajo la influencia de fuerzas opuestas que lo equilibran. La rápida rotación del trompo da a todas sus partículas una tendencia a huir del centro. Si los átomos de la madera no estuviesen retenidos juntos por la atracción de la cohesión, se desprenderían del trompo formando un círculo, lo mismo que las gotas de agua se separan de una aljofifa cuando se le hace dar vueltas. Si se coge una cucharada de arena, sal o polvo, y se echa encima del trompo, se esparcirá formando un círculo, como sucedería con los átomos del trompo si tuviesen la libertad de separarse, aunque no con la misma fuerza, porque los átomos de la sal, etc., no estando en un esta-

do activo de rotación, sufrirían solamente la influencia momentánea del contacto del cuerpo giratorio. Esta tendencia de las partículas de un cuerpo en rotación a huir del centro, se llama fuerza centrífuga.

La otra fuerza que obra sobre el trompo es la atracción de la gravedad, atracción que si el trompo no girase, lo atraería hacia el suelo. La punta de hierro que sale del extremo inferior del trompo está en la línea que sigue el trompo cuando es atraído hacia el suelo, y le priva de obedecer la ley de gravitación. Por consiguiente, el movimiento de rotación dado al trompo por el rápido desenvolvimiento de la cuerda, y la tendencia de sus átomos a separarse, equilibran el trompo sobre la línea que lo atrae a la tierra, y que, estando ocupada por la punta, evita que caiga al suelo.

¿Por qué el trompo se balancea al principio sobre su punta, se pone después derecho y "dormido" y luego se balancea otra vez y cae?

Porque al ser arrojado por la mano, cae algún tanto separado de la línea perpendicular, y la punta gira fuera de un punto céntrico; pero cuando el trompo gira con rapidez, la fuerza gravitativa que lo atrae al suelo, obrando continuamente sobre él, llama el peso del trompo al centro extremo de la punta. Cuando la rotación se fija y se debilita la fuerza centrífuga, el trompo deja de estar equilibrado sobre el punto extremo de la punta y se inclina sobre los costados, hasta que la fuerza de gravitación pesa fuera de la línea de la punta sobre el cuerpo del trompo y concluye por caer al suelo.

¿Por qué se dice que el trompo "duerme"?

Porque en aquel periodo de su movimiento, la fuerza centrífuga y las fuerzas gravitativas que obran sobre el trompo están casi equilibradas; y el trompo, obedeciendo principalmente a la fuerza de rotación, parece estar en un estado de comparativa tranquilidad.

¿Por qué el trompo cesa de dar vueltas?

Porque la fricción del aire sobre sus costados, y el roce de la punta contra el suelo, obran en oposición a la fuer-



za de rotación, que es un impulso temporal aplicado por medios externos –la mano de la persona que lo arroja– y tan luego como se ha gastado esta fuerza, el trompo cede a la ley de gravitación, que es una fuerza permanente que prevalece siempre.

¿Por qué son redondas las burbujas de jabón?

Porque la atmósfera ejerce en todas las partes de su superficie una presión igual.

¿Por qué las burbujas son prolongadas mientras las soplan?

Porque la desigualdad de la presión de la corriente de respiración que las llena, altera la presión relativa de la superficie exterior.

¿Por qué se cierra la burbuja y se vuelve perfectamente esférica cuando salta de la pipa?

Porque la atracción de la cohesión conserva unidas las partículas de jabón inmediatamente que la burbuja ha salido del tubo.

¿Por qué las burbujas sopladadas al sol cambian sus colores?

Porque su película cambia constantemente de espesor, en razón de que los átomos de la parte superior descienden hacia el fondo; esto hace que el espesor variante de la película refleje en diferentes grados los rayos de luz.

¿Por qué se revientan las burbujas?

Porque los átomos que componen su película bajan hacia la tierra por gravitación; la parte superior de las burbujas se vuelve entonces muy delgada, y como el aire más denso de la atmósfera pesa sobre el aliento calentado que encierra la burbuja, rompe su película.

¿Por qué un rehilete baja tan pausadamente del aire?

Porque el aire obra sobre las plumas del rehilete de la misma manera que sobre el paracaídas; tropieza contra su superficie plana y se opone a su descenso.

¿Por qué el rehilete da vueltas en el aire?

Porque la superficie de las plumas recibe el aire oblicuamente y por eso da vueltas cuando baja.

¿Por qué se oye un ruido cuando se da el golpe de raqueta al rehilete?

Porque la percusión del rehilete sobre el pergamino de la raqueta la hace vibrar, y las vibraciones se comunican al aire.

¿Por qué este ruido es sordo y de poca duración?

Porque las vibraciones del pergamino son poco rápidas, por cuya razón las del aire son poco intensas.

¿Por qué el juego del rehilete nos hace entrar en calor?

Porque nos hace respirar más libremente, lo cual es causa de que la sangre circule con más rapidez. El movimiento, haciéndonos aspirar más oxígeno, produce más calor al combinarse con el carbono de nuestra sangre.

¿Por qué ascienden los globos?

Porque el aire o gas que contienen es específicamente más ligero que la atmósfera, por cuya razón esta empuja al globo por su parte inferior en virtud de su propia tendencia a bajar a la tierra; esta tendencia del aire hace elevar el globo, que no es más que una especie de burbuja más grande hecha de materiales más fuertes.

¿Por qué se hincha un globo aerostático cuando se inflama el espíritu que contiene la esponja?

Porque el calor de la llama y la combustión del espíritu crean un volumen de aire ligero o ratificado que hincha el globo y lo hace específicamente más ligero que el medio que lo rodea.

¿Por qué a veces revientan los globos cuando se elevan demasiado?

Porque cuando se encuentran en medio del aire sutil que existe en las elevadas regiones, el gas del globo se dilata hasta reventar la tela de que está formado.

¿Por qué se dilata el gas del globo en el aire ligero?

Porque este ejerce una presión más débil sobre el aire o el gas que el globo contiene.

¿Por qué los paracaídas bajan a la tierra gradualmente?

Porque el aire, poniéndose en contacto con la superficie inferior del fondo del paracaídas desplegado, resiste a la rapidez de su descenso.

¿Por qué se elevan las cometas?

Por la fuerza del viento que da oblicuamente en su super-

ficie inferior. El hilo bramante está fijado de manera que está más cerca del extremo superior que del inferior, y esto es lo que causa el movimiento de la cometa, cuando el viento choca en su superficie, y lo que la hace retroceder siguiendo su dirección; la parte de arriba de la cometa se inclina hacia delante, y la cometa queda entonces expuesta oblicuamente a la corriente de aire que marcha contra ella. La cometa tirada entonces por el hilo en una dirección y empujada por el aire en otra, se mueve en una línea que describe un medio entre las dos fuerzas que obran sobre ella.

¿Por qué el hilo de la cometa quema cuando corre muy aprisa por la mano?

Porque la rapidez de la fricción llama el calor latente del hilo, atrae el calor de la mano al sitio donde ocurre la fricción, y deja en libertad el calor latente del aire que sigue al hilo a través de la mano y se encuentra comprimido por la fricción.

¿Por qué si se corre estando la cometa elevada sube mucho más?

Porque aumenta la fuerza del viento sobre la superficie de la cometa. Si una persona corriese con una cometa con una velocidad de cinco millas por hora en un día de aire tranquilo, el efecto sería igual a un viento de igual velocidad dirigido sobre la cometa sostenida por un hilo estacionario.

¿Por qué rueda una bolita de mármol impulsada a lo largo del suelo?

Porque al arrojar la bolita, el pulgar empuja la superficie superior hacia adelante, mientras que el primer dedo llama la inferior hacia atrás. Esto da una tendencia a los hemisferios superior e inferior de la bolita a separarse, lo cual harían a no ser por la cohesión de los átomos. Por consiguiente, la parte superior de la bolita da vueltas hacia delante, arrastrando tras ella la parte inferior que adquiere un movimiento progresivo con la fuerza con que se ve arrastrada, y de esta manera las partes opuestas de la bolita obran la una sobre la otra en las revoluciones sucesivas.

¿Por qué una bola de mármol rayada parece tener un número mucho mayor de rayas cuando corre que cuando está quieta?

Porque las rayas se presentan al ojo en una sucesión rápida; y como el ojo recibe nuevas impresiones de rayas antes de que se hayan borrado las primeras, las rayas parecen multiplicadas.

¿Por qué bota una bola de mármol arrojada contra el pavimento?

Porque la fuerza de su caída comprime los átomos de que está compuesto el mármol, y éstos ejercen entonces la fuerza de elasticidad para volver a su primera condición. Por el ejercicio de esta fuerza, la bola es rechazada por el pavimento. Aunque la bola fuese de piedra muy dura, esta piedra podría sin embargo ser elástica, y poseer, aunque en un grado muy inferior, la misma clase de elasticidad que hace botar la pelota de goma arrojada al suelo.

¿Por qué una bola de mármol, arrojada con igual fuerza, rueda más tiempo por encima del hielo que por el suelo, y va más lejos por el pavimento que por encima de un suelo lleno de guijarros?

Porque el roce es mucho más grande encima del pavimento que sobre el hielo, y mucho más grande en un camino lleno de guijarros.

¿Cuántas fuerzas se contribuyen a detener una bola de mármol cuando corre?

El roce del aire, el de la tierra, y la atracción de la gravitación que tiende a atraer todos los cuerpos al estado de reposo.

¿Por qué desaparecen las rayas de una bola de mármol cuando corre con mucha velocidad?

Porque, como sucede con el trompo hueco, las diferentes partes de la superficie pasan en una sucesión tan rápida delante de la vista, que desfiguran o confunden las impresiones sobre la retina.

¿Por qué las rayas son más perceptibles en las partes opuestas o polos de la bola?

Porque el punto o polo sobre el cual gira la bola y el que le corresponde en la superficie superior, se mueven menos rápidamente que las partes céntricas, cuya circunferencia, siendo mucho más grande, recorre un espacio mucho mayor, en el mismo periodo de tiempo. Por consiguiente, las rayas de los polos de la bola son visibles en tanto que las de su ecuador son imperceptibles.

El insólito poder de la perspicacia

Sí es un mesón, pero no creo que haya lugar

Seguro usted de niño, curioso lector, trató alguna vez de juntar dos imanes por los extremos iguales y constató cómo se repelían. ¿Se preguntó alguna vez, cómo es que, las partes de cada polo, del mismo signo, podían vivir juntas? ¿Por qué, cual matrimonio mal avenido, no se mandan al diablo y se van a buscar las partes del otro polo que sí les atraen? ¿Por qué esa cosa chistosa, simpática y desconcertante que llamamos magneto no se desbarata?

Un problema parecido pero de mucha mayor envergadura, porque implica objetos de dimensiones mucho menores, enfrentaron los físicos de comienzos del siglo XX.

Usted ya sabe lo que es un átomo. (Es un decir: lo sabemos todos y no lo sabe nadie). La palabra, para variar, proviene del griego y significa “aquello que no se puede dividir”, y fue considerado durante mucho tiempo el elemento mínimo de la materia. Fue el gran Niels Bohr el que vino a complicar las cosas al explicarnos que el átomo sí se podía dividir, y creó la popular imagen de ese sistema solar en miniatura, con el núcleo en el centro, formado de protones y neutrones, y los electrones dándole vueltas, a la manera de diminutos y frenéticos planetitas.

Los protones tienen carga magnética positiva –de ahí su nombre–, mientras que los electrones la tienen negativa –también de ahí, aunque no lo parezca, su nombre. Los neutrones, pobrecitos, no tienen carga alguna. El núcleo, positivo, atrae a los electrones, negativos, y los mantiene en órbita. Hasta ahí todo bien. No sé quien fue el aguafiestas, sin embargo, al que se le ocurrió primero preguntarse cómo le hacían los protones del núcleo, si eran de la misma carga y por lo tanto se repelían, para permanecer juntitos.

La fuerza que los mantenía unidos no podía ser de naturaleza electromagnética ni gravitatoria, pues disminuyen muy lentamente con el espacio –de acuerdo al cuadrado de la distancia, si recuerda usted su secundaria,



nostálgico lector– y habrían sido observadas y medidas fuera del núcleo. Algo desconocido sostenía unidos los protones.

Fue un físico japonés, Hideki Yukawa, quien en 1935 dedujo mediante procedimientos meramente matemáticos, que debía existir otra partícula, con masa menor a la del protón y mayor a la del electrón, que asegurara la estabilidad del núcleo. El razonamiento de Yukawa hubiera sido una simple filigrana, una mera artimaña matemática, si un año después el físico gringo Carl Anderson, en el California Institute of Technology, no hubiera observado experimentalmente que en efecto ahí estaban ellas. Las llamaron *mesones*, por aquello de los griegos y por que se encontraban “en medio”.

Ni usted ni yo sabremos nunca cómo le hizo Yukawa para adivinar la presencia de los minúsculos intrusos. Simplemente admirémoslos y emocionémoslos ante el poder de la perspicacia humana. 🌟

El jardinero sabio

¿Tendría un tulipán con olor a nardo?

Huch de Vries se pasea melancólico por su jardín. Los atardeceres de Amsterdam a menudo le evocan lejanos y tiernos recuerdos de su ya tan lejana, ay, infancia. Sin embargo, está contento. Mientras deambula por el estrecho sendero, va posando su mirada, con cariño y familiaridad, sobre los macizos y los *parterres*. A veces incluso se permite rozarlos con la punta de los dedos, como si los saludara. Aquí las magnolias y las azaleas, allá los rododendros y las camelias, más allá la acacia y la jeringuilla.

Pero sus consentidas están al fondo del vergel, cuidadosamente encerradas y protegidas en el invernadero de pequeños y pulcros vidrios cuadrados en marcos de madera blanca. Ahí están ellas, la Gloxínea y la *Coryanthes macrantha*, la *Vriesia splendens* y la *Bugambilia*; esas son sus flores, suyas de él. Es en ellas, con ellas y para ellas que ha llevado a cabo sus experimentos maravillosos que han revolucionado la biología. Ha obtenido variedades sorprendentes, inimaginables y, lo más importante de todo, bellísimas.

En ese inicio del siglo XX, las teorías de ese inglés estrafalario que se pasó no sé cuánto tiempo perdiendo el ídem a bordo del *Beagle* no son muy tomadas en serio por los biólogos ídem.

Y ahí está nuestro Huch, mostrando y demostrando, para quien lo quiera ver, que toda esa historia de la evo-

lución y de las mutaciones es verdad. Y su demostración es a colores. Y a perfumes.

“La naturaleza trabaja a saltos” suele decir. Y cada una de sus flores es un pequeño cataclismo, que echa por tierra todo el mecanicismo acartonado que aun reina en la botánica. Es ahí, dentro de su invernadero, como en un pequeño templo pagano, que ha efectuado sus dulces herejías, sus sacrílegos y misteriosos actos de amor floral.

Porque finalmente, como de Vries pone de manifiesto, no hay conocimiento sin amor. No hay ciencia sin pasión. Sordo a las voces escandalizadas de los eruditos puristas que lo anatimizan y lo tildan de prestidigitador anticientífico, en el silencio de los pétalos y los cálices, de los pistilos y los estambres, Huch de Vries, *el jardinero sabio* cultiva, tranquilo y melancólico, su jardín. Y con él cultiva la verdad, la belleza y el amor.”



El torito

Al revés es igual

La deliciosa sopa de letras

Todos los *toritos* son diferentes. Por supuesto, si no qué chiste. Pero hay algunos que presentan diferencias más marcadas. Ese es el caso de los problemas con letras. No me refiero a las letras utilizadas como símbolos, en matemáticas u otras ciencias, sino a las que forman palabras en cada una de las lenguas naturales; en ese sentido sería mejor, pues, llamarlos *problemas de palabras*, a pesar de que luego hay algunos que no involucran palabras propiamente dichas. Pero nuestro *torito* de hoy sí, es un *problema de palabras*. Más exactamente *de palabra*, porque en la solución sólo hay una, aunque en su búsqueda tenga uno que recorrer otras.

Sin duda usted conoce, juguetón lector, los célebres *palindromas* (del griego “palin”, *de vuelta* y “dromo”, *camino*). Son esas palabras, frases o a veces textos más largos, que de atrás para adelante se leen igual que en el sentido habitual. En español hay algunos célebres, como *Anita lava la tina*, o *Dáble arroz a la zorra el abad*. Ya se da usted cuenta de que al palindroma no se le exige respetar los espacios entre palabras ¡Sólo eso faltaría!. Reconocer un palindroma no es cosa fácil. Para que me entienda y me dé la razón, ¿ya se dió cuenta que la palabra *reconocer* es un palindroma? Y está por demás decir que construirlos tampoco es nada trivial.

El más largo de todos, al menos hasta hace unos años, era en inglés y tenía más de doscientas palabras. Su autor, cuyo nombre no re-

cuerdo, es un matemático británico (no es palindroma, pero qué tal la rima), miembro del grupo *Oulipo*, integrado por científicos y escritores dedicados a hacer cosas chistosas con la lengua; con el idioma quiero decir. Otro de los miembros de *Oulipo* escribió una obra de teatro entera en puros palindromas. Se llama *In Eden I*, “Yo en el Eden”. Sólo recuerdo la primera réplica, en la que Adán llama a Eva: *Eve!*

Bien, lo que le voy a pedir esta vez es un poco más complicado, pero bastante más fácil. ¿Cuál será la palabra más larga, en español, que se pueda leer igual de cabeza? (No es necesario que se ponga usted de cabeza, basta voltear el papel, de arriba a abajo). Y tampoco es necesario decirle que escriba la palabra en mayúsculas, de ser así, la cosa –nunca mejor dicho– estaría en chino.

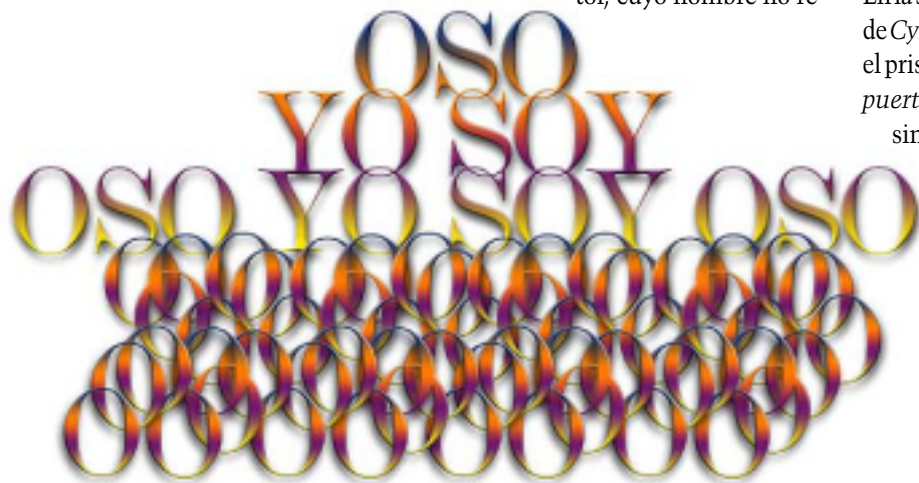
Esta vez no vamos a sortear un lote de libros entre todos los que envíen la respuesta acertada, pues quién sabe cuál sea, sino que se lo vamos a otorgar a quien mande la más larga de las palabritas en cuestión. Si hubiera dos o más de igual longitud, sean o no la misma, sí tendremos que recurrir al sorteo entre ellas.

Ai se lo dejo. Tiene dos meses pa’ buscarle. Y no se me haga el vivo: Aunque ya lo parezca, *OXXO* aún no es palabra del español. 🌟

FEA LA ERRATA

En la solución al *torito* 159, que apareció en el número 160 de *CyD*, se coló un error grave. La pregunta que debe hacer el prisionero no es de ninguna manera: *¿Debo salir por la puerta que vigila el centinela?* lo que no tiene sentido, sino: *¿Debo salir por la puerta que vigila el sincero?*

Esperando que tan inexplicable gazapo no le haya costado la vida a nuestro héroe, reciba, ínclito lector, nuestras más sinceras y apenas disculpas, acompañadas de las risitas sardónicas de los duendes chocarreros que habitan en nuestra tipografía.



A toro pasado (Solución al torito del número 160)

Uno por uno, Oalid

No se hagan bolas, melones

E

so de contar luego no es tan sencillo como suele parecer. Baste como ejemplo el santo merequetengue que se armó hace un par de años a la hora de establecer cuándo diantres empezaba nuestro flamante siglo XXI. Usted sin duda lo recuerda, ilustre lector; lo discutimos cuidadosamente *deste lado del*

espejo. Y recordará los descarriados y barrocos argumentos de los *dosmileros*. Uno de los más delirantes y que ya no comenté aquí, pues apareció un año después, aseguraba que el siglo XXI había empezado el 1º de enero del 2000, pero que el tercer milenio no empezaría sino hasta el 1º de enero del 2001 (!). No le digo. Ya ni quien les discuta, no hay ni por dónde entrarle.

En cualquier caso, queda claro que la inocente aritmética también sabe tender sus celadas. Estamos tan acostumbrados a sus procedimientos, mecanismos y recetas, que cuando nos voltean tantito el planteamiento, no es difícil que nos vayamos con la finta y lleguemos a conclusiones desatinadas.

Eso exactamente es lo que le pasó al pobre Oalid. Lo único que tenía que hacer era voltear los datos de su cuestión, para dejarlos en su forma *normal*. Voltear el enunciado, he ahí la clave, digásmolo de paso, para resolver una multitud de problemas, a veces mucho más complejos que éste.

En efecto, Ahmed le había dado treinta melones para venderlos a tres por un dinar. Es decir que cada melón de Ahmed *valía* $1/3$ de dinar. En cambio los de Mohamed eran más caros; cada uno *valía medio dinar*. Puesto a hacer montones de dos dinares, Oalid debía haber puesto en cada uno, tres melones de $1/3$ de dinar y dos de $1/2$ de dinar (aunque parecieran iguales, no es ese el punto; lo que importa aquí es su *precio*). Pero el problema es que, así, no le alcanzan los melones baratos para hacer 12 montones; sólo podrá hacer 10, tres en cada montón. En esos diez



montones habrá utilizado veinte de los melones caros, dos en cada montón. Le sobran pues diez melones caros, con los que hizo los otros dos montones, pero los debía haber vendido a 2 dinares y medio, y no a dos, como hizo él. Seis de los melones de Mohamed, caros, los vendió como si fueran de Ahmed, baratos. He ahí el dinar faltante.

Finalmente la dulce Soraya tuvo razón a medias. No fue cualquier ladronzuelo del mercado quien le birló el dinar a Oalid, sino una pilluela mucho más astuta: la aritmética. 🌀

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.

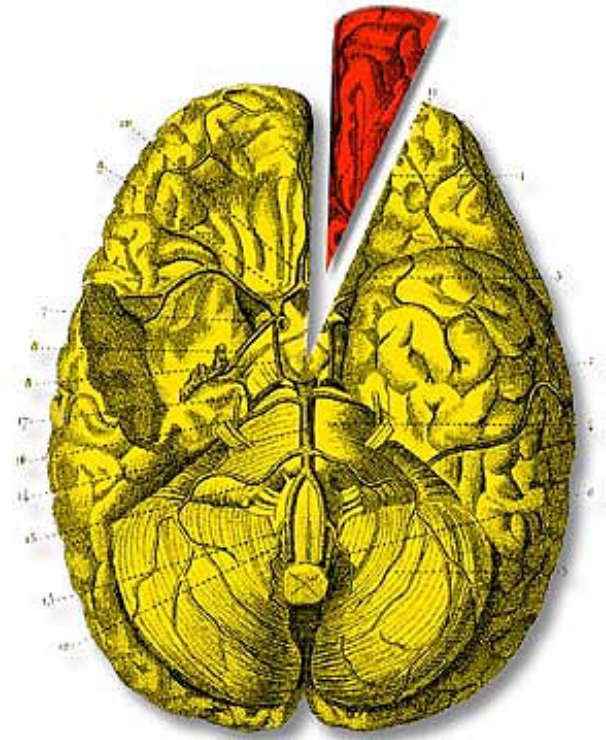
o por medio de fax, al número (01) 5327 7400, ext. 7723. En cualquier caso, no olvide encabezar su envío con la acotación: *Deste lado del espejo*.

Para el *torito* del número 160 de *CyD* recibimos siete respuestas, ninguna de las cuales fue acertada en el razonamiento.

El mito del 10%

En su gran mayoría, las personas parecen creer a pie juntillas la afirmación de que solamente usamos el 10% de nuestro cerebro y que, en consecuencia, si lo empleáramos en su totalidad, seríamos capaces de realizar grandes prodigios mentales y tal vez hasta poseeríamos poderes paranormales maravillosos. Algunos aseguran que si los científicos no saben para qué sirve el 90% de nuestra masa cerebral, lo más seguro es que en realidad la podamos utilizar en desarrollar algunos poderes psíquicos, para lo cual nos podríamos entrenar bajo la sabia conducción de varios expertos.

Diversos negociantes, como Craig Karges y Carolyn Miss, que operan en Estados Unidos, cobran cantidades sustanciales por enseñar a la gente a usar la porción de nuestro cerebro que no aprovechamos en condiciones normales. Karges vende un programa llamado “margen intuitivo”, que supuestamente permite desarrollar habilidades síquicas naturales, como la telepatía, la precogni-



ción y hasta la telequinesia –mover objetos a distancia– y, por su lado, Miss ha escrito varios libros en los que proporciona la receta para desencadenar poderes intuitivos latentes en ese 90% del cerebro que asegura no empleamos.

El notorio ilusionista y supuesto psíquico israelí, Uri Geller, también afirma en su libro *El poder de la mente* que la mayor parte de nosotros sólo usa el 10% de su cerebro, y agrega que hemos olvidado habilidades y poderes prodigiosos por no cultivar ese vasto potencial y por no educar a los niños para que lo aprovechen. Desde luego, aunque fuera cierto que no usamos el 90% de nuestro cerebro, cosa que resulta manifiestamente falsa, de ello no se sigue que pudiéramos desarrollar poderes capaces de violar las leyes de la física. Lo cierto es que el mito se basa en la interpretación errónea de dos hechos reales que afectan el funcionamiento del cerebro y que se tienen bien documentados.

Es cierto que las conexiones neuronales del cerebro muestran gran redundancia; es decir, una señal electroquímica, un conjunto de ellas, o hasta un patrón espacial de las mismas; pueden transmitirse por varias vías o trayectos dentro de la corteza cerebral y dentro del llamado sistema límbico. Lo anterior es una adaptación que han desarrollado todos los animales superiores, con objeto de que cualquier daño que afecte el tejido cerebral no se convierta en un defecto o una falla irreparable, incluso fatal para el individuo. Pero eso no quiere decir que el 90% de las neuronas múltiplemente conectadas de esta manera no funcione de manera constante, pues son las diversas conexiones que las unen las que pueden ser o no activadas en diversos momentos. La obtención de imágenes cerebrales por medio de la técnica conocida como tomografía de barrido de emisión de positrones (PET *scan*) y la de formación de imágenes del interior del cerebro mediante resonancia magnética, claramente demuestran que la mayoría de la masa cerebral dista de estar inactiva a lo largo de un tiempo razonable de actividad normal del individuo.

También ocurre que algunas funciones específicas y limitadas del organismo sólo se controlan de manera habitual por una parte aislada del cerebro y lo hacen sólo en determinado momento, del mismo modo como las personas no emplean todos sus músculos simultáneamente todo el tiempo. No obstante, a lo largo de un día casi todo el cerebro es usado una y otra vez, y el mito del 10% supone también que sus funciones se hallan muy localizadas en diversas regiones del mismo, dejando otras partes no especializadas a manera de espacios vacíos sin uso alguno. Pero lo cierto es que cualquier lesión que dañe una parte cualquiera del cerebro tendrá siempre alguna consecuencia –a veces espeluznante– en el funcionamiento del individuo afectado.

Algunos otros señalan que esa parte no utilizada del potencial de la mente humana se refiere al inconsciente de las personas, el cual se afirma a la ligera que abarca un 90% de nuestra mente o actividad neuronal. Esa proporción tal vez sea mucho más reducida, según algunos experimentos que determinan la cantidad de información

que puede manejar la conciencia humana, comparada con la que recibe el cerebro de todos los sentidos. Ocurre también que los recursos de la memoria, a largo plazo están almacenados químicamente en el cerebro y no subsisten como impulsos electroquímicos siempre activos en circuitos neuronales. Es verdad que, en ocasiones, la conciencia no puede tener acceso a esa información, sumergida en el olvido, pero ello puede remediarse con el estudio de ciertas drogas, la introspección prolongada y la mera reflexión también es verdad que ciertos ejercicios mentales pueden mejorar la memoria y la concentración, pero lo que hace eso es crear nuevos circuitos neuronales más duraderos y accesibles, que permiten al cerebro funcionar con mayor eficacia.

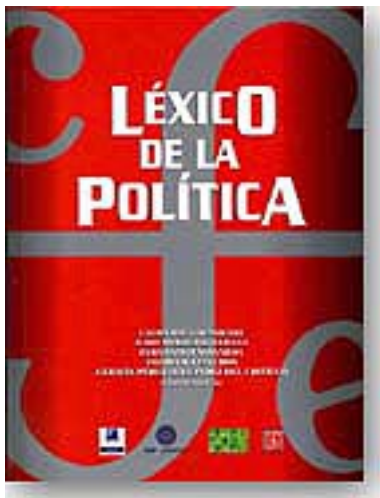
El mito del 10% se ha difundido de tal manera que se ha convertido en lo que el investigador Robert J. Samuelson denomina “psico-dato”; es decir, una creencia que, aun cuando no esté apoyada por evidencia real alguna, se toma como verídica entre el público, debido a que su repetición llega a alterar la forma en que experimentamos e interpretamos nuestra vida. Investigaciones recientes de la revista *New Scientist* atribuyen la creación del mito del 10% tanto a Sigmund Freud como al propio Albert Einstein y hasta al filósofo Dale Carnegie, y entre quienes se han dedicado a explotar las implicaciones de la leyenda y a poner a prueba sus afirmaciones se encuentran el investigador Barry Beyerstein, el psicólogo Benjamín Radford y el autor Michael Clark. 🌐

Bibliografía

- Beyerstien, Barry. *Mind Myths*, Nueva York, 1999, John Wiley.
- Drain, Brian. “The Last Word”, *New Scientist* 19 / 26, Dic. 1998.
- Clark, Michael. *Reason to Believe*. Nueva York, 1997, Avon Books.
- Geller, Uri, y Jane Struthers. *Mind Power Book*, Londres, 1996 Virgin Books.

Léxico de la política

LUIS ROMO CEDANO



Laura Baca Olamendi, Judit Bokser-Liwerant, Fernando Castañeda, Isidro H. Cisneros, Germán Pérez Fernández del Castillo (compiladores). *Léxico de la política*, México, 2001, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fundación Heinrich Böll, Fondo de Cultura Económica, 831, xxiii p.

Este libro es una amplia enciclopedia de conceptos políticos, enfocada a los temas más discutidos, algunos viejos, otros novedosos, pero todos vigentes en el mundo de la posguerra fría y, sobre todo, en el México de la transición a la democracia. Está integrado por 149 artículos referidos a otras tantas voces y escritos de especialistas de primer nivel.

La obra no tiene pretensiones de exhaustividad ni funge como un diccionario de ciencias políticas, pero cubre con creces las categorías que se manejan en el ambiente político de la actualidad. En ella aparecen, desde luego, los términos que han hecho fortuna en años recientes, como crisis de los partidos, género y comportamiento reproductivo, tolerancia, minorías, organismo no gubernamental, reforma del Estado, tecnocracia, etc., y también otros más veteranos, como revolución, nación y nacionalismo; intelectuales y política; poder, conflicto, socialismo y derecha, etc., pero se puede echar de menos algunos conceptos, como autonomía, mercado, Iglesia, trabajo, indígena, estado de derecho, discriminación, entre otros; sin embargo, muchos de ellos son abordados en los textos relativos a las voces vinculadas (etnias en *minorías*, neoliberalismo en *liberalismo*, etc.) y por lo demás, un prolijo índice analítico de 16 páginas ayuda a suplir la mayoría de las carencias.

El *Léxico de la política* tiene dos vertientes. La primera es la de obra de consulta, cuyos artículos incluyen discusiones teóricas e históricas de extensión considerable, sin llegar al exceso, pues promedian poco más de cinco páginas, lo que equivale a unas cinco mil palabras o unas 15 cuartillas convencionales. Cada uno de ellos cumple cabalmente su función orientadora sobre las definiciones principales del concepto en estudio, los debates que ha

generado, las interpretaciones actuales, las nuevas líneas de investigación y las obras de autores señeros que lo han tratado. En este sentido, un detalle muy útil es el listado bibliográfico que se presenta al final de cada artículo.

La otra vertiente se refiere al trabajo colectivo, en el que cada artículo es una contribución académica de pies a cabeza, profesional y susceptible de discutirse como estudio especializado, y si bien, por el tema general, el riesgo de desacuerdo con las ideas de los autores es alto, mayor en todo caso que en casi cualquier otro ámbito del pensamiento, lo menos que se puede encontrar en ellos es una revisión cabal del concepto respectivo a manera de “estado de la cuestión”; no obstante, en la mayoría, estamos hablando de discusiones excelentes e innovadoras.

La principal virtud de esta obra es su carácter multidisciplinario, tanto en la elaboración como en lo que toca al público lector al cual está dirigida. Los 127 autores tienen muy diversas especialidades –antropología, ciencia política, comunicación, derecho, filosofía, historia, relaciones internacionales y sociología– y una cuarta parte de ellos proviene de diferentes institutos y facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México; la mitad, de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, la Universidad Autónoma Metropolitana, El Colegio de México, el Instituto Federal Electoral y el Centro de Investigación y Docencia Económicas, en tanto que el resto labora en otros centros de investigación de Argentina, Colombia, Ecuador, España, los Estados Unidos, Italia, México y Suecia.

En todos los casos, los autores de este trabajo son expertos reconocidos en su materia, y algunos nombres podrán resultar más familiares al lector medio, como los de Jeffrey Alexander (autor del artículo sobre sociedad civil), José Antonio Crespo (“Democracia y partidos políticos”), Carlos Elizondo Mayer-Serra (“Derechos de propiedad”), Soledad Loaeza (“Autoritarismo”), Carlos Martínez Assad (“Caudillismo”), Álvaro Matute (“Historia de las ideas”), Ricardo Pozas Horcasitas (“Globalidad”) y Raúl Trejo Delabre (“Medios”). En muchos casos se trata de autores que han combinado la investigación académica con el trabajo en diversos cargos públicos, como Roberto J. Blan-

carte (autor del artículo sobre religión), Juan Molinar Horcasitas (“Teoría electoral”) o José Woldenberg (“Proceso electoral”).

Este libro cubre, como ya indicamos, conceptos correspondientes al meollo del discurso político de nuestros días, pero todos ellos son igualmente herramientas teóricas, indispensables para todas las ciencias sociales e infinidad de ciencias humanas en general, pero no dudamos que termine siendo más leído por sociólogos o historiadores que por la propia gente del ambiente político.

En la introducción, los compiladores explican que el propósito de este léxico es ayudar a superar el derrumbe de los puntos tradicionales de referencia para el análisis político: “Los científicos sociales requerimos explicar las nuevas realidades con instrumentos metodológicos y conceptuales innovativos, que den cuenta de la creciente complejidad” (p. xxiii). En específico, el libro está escrito de cara a México y a sus nuevos tiempos políticos, y algunos de sus temas son exclusiva y explícitamente nacionales como el titulado *Democracia en México* (de José Fernández Santillán) e *Historia mexicana* (de Evelia Trejo), pero los demás suelen tener alusiones muy concretas y útiles al pasado y presente de nuestro país, y en esto también, el libro resulta una novedad muy interesante.

En definitiva, *Léxico de la política* viene a llenar un hueco importante en la bibliografía mexicana, tanto por lo anteriormente mencionado como por la carencia de un trabajo comparable en nuestro país desde hace muchos años. Es cierto que no han faltado diccionarios sobre política, pero en su mayoría han sido sólo eso, diccionarios. Quizá la obra más cercana sea el famoso *Diccionario de política*, dirigido por Norberto Bobbio y Nicola Matteucci, publicado en español en 1981 por Siglo XXI en dos volúmenes, pero, sin ocultar sus innegables méritos, tiene dos desventajas relativas, el haber sido elaborado en el Viejo Continente (Italia) y pertenecer a la generación de la Guerra Fría, el eurocomunismo y las dictaduras latinoamericanas (1976, 1ª edición italiana). Hoy, gracias a esta nueva obra, contamos con un trabajo enciclopédico, amplio, profundo, plural y, además, orientado al México del siglo XXI. ●

Conacyt firma convenio con la Fundación Becas Magdalena O. Vda. de Brockmann

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Fundación Becas Magdalena O. Vda. de Brockmann suscribieron un convenio mediante el cual se contribuirá a la formación de recursos humanos de alto nivel en nuestro país.

En una ceremonia realizada en la Sala Juárez del Conacyt, firmaron el documento el doctor Carlos Brockmann de Anda, presidente del Consejo de la Fundación, y el director general del Conacyt, ingeniero Jaime Parada Ávila.

El acuerdo establece que se otorgarán becas-crédito o créditos educativos para estudios de maestría o doctorado en instituciones de educación superior del extranjero. Estos recursos estarán condicionados a la aplicación de las normas y criterios del Conacyt, señalados en su Programa de Becas-Crédito y Créditos Educativos.

El Consejo otorgará este año hasta 15 créditos educativos para los solicitantes propuestos por la Fundación Becas Magdalena

O. Vda. de Brockmann y el monto de los mismos cubrirá los conceptos de colegiatura y seguro médico.

Por otra parte, la Fundación aportará entre ocho mil y 15 mil dólares para cubrir el concepto de manutención del becario durante su estancia en el extranjero.

La evaluación y otorgamiento de las becas-crédito para realizar estudios de posgrado en el extranjero se realizará de acuerdo con la convocatoria emitida, conforme a las normas y criterios institucionales del Conacyt.

El Conacyt vigilará la debida aplicación y adecuado aprovechamiento de los fondos que proporcione y los beneficiarios le rendirán los informes periódicos que se establezcan sobre el desarrollo y resultado de sus trabajos.

La selección de becarios para acceder a estos créditos educativos se realizará durante el año 2001 y el inicio de estudios de los becarios beneficiados podrá ser durante el ciclo académico 2001-2002.

La Fundación Becas Magdalena O. Vda. de

Brockmann es una Asociación Civil que se creó en 1993 con una donación del ingeniero Guillermo Brockmann Obregón, con el único objetivo de otorgar becas parciales o totales a ciudadanos mexicanos sobresalientes, interesados en estudiar maestrías o doctorados en universidades reconocidas en el extranjero, contribuyendo así al mejoramiento de la juventud que ingresa a la fuerza laboral del país.

Nuevo nombramiento en el Conacyt

El director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), ingeniero Jaime Parada Ávila, designó al licenciado Alejandro Romero Gudiño para ocupar la Dirección de Asuntos Jurídicos en sustitución del licenciado Juan José de la Garza Grave.

El nuevo titular es egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se ha desempeñado como Coordinador de Asesores del Oficial Mayor de la Secretaría de Salud (1989-1990), y de la Secretaría de Energía (1996-1997); fungió como Subdelegado Jurídico y de Gobierno en la Delegación del Departamento del Distrito Federal en Benito Juárez (1992-1995), y Director Jurídico y Secretario del Consejo Directivo de Banrural, S.N.C. (1997-2001). Actualmente es Secretario General del Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Derecho Internacional, A.C.



El licenciado Alejandro Romero Gudiño, director de Asuntos Jurídicos del Conacyt.

Se crearán más plazas y centros de investigación

El director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), ingeniero Jaime Parada Avila, afirmó que para lograr las metas programadas para este sexenio, además del presupuesto, es necesario modificar la perspectiva que se tiene de la ciencia y la tecnología.

“Me refiero a la creación de un gabinete especializado en ciencia y tecnología presidido por el Presidente, así como el programa, el presupuesto a nivel nacional en ciencia y tecnología y una revisión del marco legal, estructural y orgánico del Conacyt dentro de la administración pública federal”, indicó.

Durante su participación en la mesa redonda “Oportunidades y retos de la biotecnología para el desarrollo social, económico y humano”, que tuvo lugar en el Auditorio Alfonso García Robles de la Secretaría de Relaciones Exteriores, el ingeniero Parada se refirió a los planes que tiene el Conacyt para la presente administración.

Señaló que hay voluntad del Ejecutivo de otorgar recursos presupuestales a partir del próximo año para impulsar significativamente la ciencia y la tecnología y eso incluye nuevas plazas en los centros públicos de investigación, en universidades e instituciones de educación superior y la creación de nuevos grupos y centros de investigación.

Asimismo, enfatizó que uno de los objetivos es incrementar el tamaño de la comunidad científica y tecnológica, para lo cual, agregó, se requiere aumentar y mejorar la infraestructura que ya existe. “La meta del 1 por ciento –dijo– se ha escuchado desde hace 30

años, desde la creación del Conacyt y ya se ha convertido en un lugar común”.

El director del Conacyt dijo que los planes de crecimiento exigen una coordinación y compromiso de actores y sectores de la sociedad, el gobierno y la iniciativa privada. Aclaró que si se desea acortar la brecha entre México y los países más desarrollados es necesario acelerar el paso.

En cuanto al tema de la biotecnología, el ingeniero Parada manifestó que en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, que se está formulando para septiembre próximo, se definirán, en consulta con todos los sectores, las áreas prioritarias y estratégicas.

“Seguramente dentro esas está la biotecnología, a la que el gobierno le otorgará bastante apoyo junto con otras que también recibirán atención de parte de la federación, como las tecnologías de información, ciencias de cómputo, lo relacionado con materiales avanzados y sistemas de manufactura para la pequeña y mediana empresas.”

Al término de su participación en la mesa redonda, el ingeniero Parada concedió una entrevista en la cual dijo que ya existe un grupo de trabajo dedicado a revisar la legislación necesaria para promover la investigación y el desarrollo en biotecnología.

Asimismo, indicó que toda tecnología tiene riesgos y que éstos deben ser medidos con mucha seriedad para evitar cualquier daño a la salud o a la alimentación y dijo que este año el Presidente de la República recibirá una propuesta concreta en lo que concierne al desarrollo de la biotecnología. ●



XX Aniversario del Instituto de Investigaciones “José María Luis Mora”

En materia de educación superior se contemplan tres objetivos estratégicos en el Proyecto de Programa Sectorial de la Secretaría de Educación Pública: ampliación de la cobertura con equidad, educación superior de calidad e integración y coordinación del sistema de educación superior.

Así lo señaló el doctor Eugenio Cetina, Director General de Educación de la SEP, quien asistió en representación del Dr. Julio Rubio Oca, Subsecretario de Educación Superior e Investigación Científica, al vigésimo aniversario de la creación del Instituto de Investigaciones José María Luis Mora, institución que forma parte del Sistema SEP-Conacyt.

En las instalaciones del Instituto Mora, el doctor Cetina dijo que las políticas para la ampliación de la cobertura con equidad persiguen incrementar la matrícula, alentando la mayor participación de jóvenes de sectores más desfavorecidos, así como de las entidades y regiones que muestran los índices de cobertura más bajos.

“Algunas de las metas para el año 2006 serían: atender al menos a 2.8 millones de alumnos, incrementar la matrícula de técnico superior universitario y de posgrado, aumentar hasta 80 por ciento la tasa de retención de estudiantes durante el primer año, elevar a 60 por ciento el índice de titulación en pregrado y a 40 por ciento la graduación en posgrado, mejorar hasta en 30 por ciento la tasa de cobertura en las entidades federativas más rezagadas, fortalecer la operación del Sistema Nacional de Becas y en función del crecimiento de la economía del país, lograr que el financiamiento federal a la educación superior alcance el 1 por ciento del Producto Interno Bruto”.

Por su parte, el ingeniero Jaime Parada

Avila, Director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), expresó su reconocimiento al Instituto Mora por sus aportes a la cultura y a la sociedad de México y afirmó que las investigaciones en ciencias sociales tienen una enorme trascendencia en la vida de cualquier país, además de que contribuyen a la formación de recursos humanos de calidad.

Aseguró que las investigaciones que se realizan en este campo forman parte integral en la formación de la identidad nacional. “La cultura de una nación se debe en gran parte al trabajo de los científicos que van recogiendo el quehacer histórico de todos los aspectos de una sociedad, ya sea el económico, el desarrollo urbano, regional, educación, etc. Siempre tiene que haber quién de cuenta de los hechos, los avances y los logros de la misma”, indicó.

En la ceremonia también participó la doctora Virginia Guedea, Directora del Instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM, quien demandó buscar nuevos mecanismos de evaluación para las diversas disciplinas que integran las ciencias sociales.

Asimismo, dijo que existe una especie de “burocratización de los investigadores”, quienes tienen que dedicar buena parte de su tiempo a la participación en cuerpos colegiados o bien, a conseguir financiamiento externo para sus proyectos, además de tener que preparar toda clase de informes. “Tales obligaciones recaen en aquellos investigadores que se encuentran en su etapa más productiva”, indicó la doctora Guedea.

Por su parte, el Director General del Instituto de Investigaciones José María Luis Mora, doctor Santiago Portilla, afirmó que la institución cuenta con resultados palpables: hace once años, de 29 investigadores, sólo uno

contaba con doctorado y siete con maestría; actualmente –dijo– hay 32 doctorados y 14 están por obtener el grado.

“Tres de las cuatro maestrías con que cuenta el Instituto Mora se encuentran en el Padrón de Excelencia del Conacyt”, afirmó el doctor Portilla. Asimismo, comentó que la historia es un laboratorio de observación del presente, y citó el caso de la reforma fiscal que se encuentra en proceso de revisión en el Congreso de la Unión y afirmó que el Estado Mexicano padece una debilidad fiscal crónica desde el siglo XVIII.

Finalmente, invitó a los presentes a participar en las actividades académicas y culturales del XX aniversario del Instituto que se realizarán desde esta fecha hasta diciembre y que incluyen diversas conferencias magistrales con investigadores de Francia, Estados Unidos, Brasil y Gran Bretaña, así como un ciclo de cine, exposiciones y talleres. El Instituto Mora se encuentra en la Plaza Valentín Gómez Farías No. 12, Col. San Juan Mixcoac. 🌐

Destacada participación de los jóvenes mexicanos en la Olimpiada Internacional de Matemáticas

Los estudiantes mexicanos de bachillerato Humberto Montalbán Gámez, de Puebla, y Mauricio Estaban Chacón Tirado, de Chiapas, obtuvieron medallas de bronce en la XLII Olimpiada Internacional de Matemáticas, en tanto que Miguel Raggi Pérez, de Michoacán, se hizo merecedor a una mención honorífica.

En la Olimpiada, que se realizó durante el pasado mes de julio en Washington, participaron representaciones estudiantiles de los cinco continentes, que se sometieron a dos exámenes, cada uno de ellos consistente en tres problemas inéditos en matemáticas, para cuyas soluciones dispusieron de cuatro horas y media.

Las medallas de oro, plata y bronce con que se distinguió a los estudiantes que obtuvieron los mejores resultados fueron otorgadas por un jurado internacional, integrado por representantes de cada uno de los países que intervinieron en esta Olimpiada.

El jurado elaboró los exámenes a partir del banco de problemas que fue preparado previamente por un equipo de expertos, quienes a su vez los seleccionaron entre los que propusieron los comités académicos de los países que presentaron competidores.

Las delegaciones participantes en esta competencia internacional se integraron a partir de concursos nacionales y los estudiantes que obtuvieron las mejores calificaciones fueron elegidos para representar a sus respectivos países. Así, los resultados que alcanzaron los jóvenes Montalbán Gámez, Chacón Tirado y Raggi Pérez son muy positivos, si se considera el nivel de los demás estudiantes que compitieron en la Olimpiada.



Descubren una enzima que sólo está presente durante la lactancia

Desde hace muchos años se sabe que la leche contiene gran cantidad de yodo y que la glándula mamaria lo captura y concentra activamente, junto con las hormonas tiroideas. En el Centro de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Juriquilla, un grupo de investigadores analiza otros aspectos relacionados con la lactancia que, desde el punto de vista médico y científico, aportan nuevos conocimientos y beneficios para el ser humano, y en este caso, se describe la presencia de una enzima desyodativa en la glándula mamaria. Al efecto, la doctora Carmen Yolanda Aceves Velasco encabeza la investigación denominada Monodesyodación de tironinas durante la lactancia.

De acuerdo con datos proporcionados por el Centro de Neurobiología, la leche es sintetizada y evacuada mediante una compleja regulación neuroendocrina, y está establecido que a partir del estímulo de la succión, el sistema nervioso autónomo (SNA) integra y coordina una serie de mecanismos neurohumorales que, junto con otro tipo de hormonas, determinan la cantidad y calidad de leche, así como la duración de la lactancia.

Para llevar a cabo la función mencionada, el organismo de la madre distribuye su gasto energético en la producción de leche y duplica la cantidad de alimento, pues la glándula mamaria capta la mayor parte de esos nutrientes, mientras que el resto del organismo reduce su consumo. Aunque no se sabe mucho acerca de

los mecanismos que realizan dicha jerarquización, los datos obtenidos sugieren que la desyodación órgano-específica de las hormonas tiroideas pudiera participar. Lo anterior, se debe a que tales hormonas tienen receptores en todas las células del organismo y entre sus funciones destaca la regulación del gasto energético.

“La glándula tiroidea elabora y secreta a la circulación la prohormona conocida como tiroxina o T4. Mediante la remoción de un átomo de yodo (desyodación), dicha prohormona se transforma en la hormona activa T3 para ejercer sus efectos biológicos. Esta desyodación ocurre en todos los órganos o tejidos del organismo y la cantidad de T3 producida localmente refleja en gran medida el estado metabólico de cada órgano”, explica el resumen de la investigación publicada en la página de Internet del Centro de Neurobiología.

Asimismo, se documenta que dicha enzima está presente sólo durante la lactancia y pertenece al grupo de desyodasas rápidas o 5-DI, que generan en minutos la hormona activa T3 y el yodo libre. Este hallazgo llevó al grupo de investigadores a proponer que la 5-DI tiene una doble función en la lactancia: generar suficiente T3 para mantener el alto gasto metabólico que implica la producción de leche y contribuir de manera importante a la calidad del yodo existente en ella y, consecuentemente, proveer al recién nacido de tan importante alimento. ●

Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Las plantas son organismos vivos, sin los cuales no podríamos subsistir ya que constituyen la base de la vida en este planeta. Sin embargo, a lo largo de la historia del hombre, y más recientemente en los últimos dos siglos, el ser humano se ha convertido en una amenaza para miles de especies, y cada día se informa de nuevos casos de flora y fauna en peligro de extinción a causa de la depredación llevada a cabo por éste.

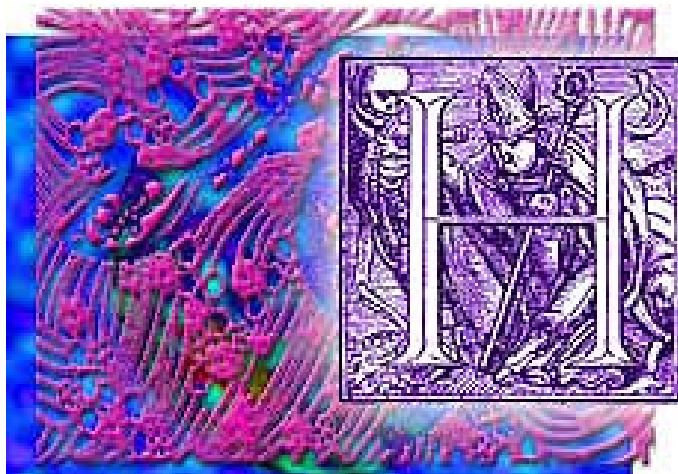
De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el 12.5% de las plantas vasculares en todo el mundo está en peligro de extinción, y se ha demostrado que en las áreas en donde se cuenta con información más completa es en las que se ha registrado el número más alto de especies amenazadas.

La publicación de la *Lista roja*, dada a conocer por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, proporciona información básica para evaluar el progreso alcanzado en materia de conservación y sirve como fuente fundamental de datos sobre las diversas especies de plantas. Es el catálogo más completo que se haya publicado hasta el momento, como resultado de más de 20 años de trabajo llevado a cabo por botánicos y conservacionistas de todo el mundo.

Según la publicación citada, del 12.5% de la flora que se encuentra en peligro de extinción, el

91% está conformado de especies endémicas, por lo que su potencial de extinción se vincula con las condiciones económicas y sociales de cada país. A este respecto, se señala que siete de las diez principales zonas registradas según el porcentaje de su flora amenazada son las islas de Santa Elena, Mauricio, Seychelles, Jamaica, Polinesia Francesa y La Reunión.

La *Lista roja* de la UICN da a conocer que unas 380 especies de plantas se han extinguido en estado silvestre, y 371 adicionales están registradas como extintas o amenazadas. En esta publicación se presentan las evaluaciones efectuadas en América del Norte, Australia y África meridional, y se explica que la información de otras regiones es fragmentaria e incompleta, ya que cuando se hayan efectuado estudios en Asia, el Caribe, Sudamérica y el resto de África se encontrará que su flora se encuentra amenazada en un nivel similar al de las regiones estudiadas. ●



Expertos mexicanos buscan el mejoramiento de diversos productos agrícolas

Con el propósito de perfeccionar la producción y el rendimiento del maíz, el frijol, la calabaza y los quelites, científicos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México anunciaron que ya trabajan en un proyecto de conservación y mejoramiento genético de estas especies. Para lograrlo, los expertos de nuestra máxima casa de estudios, en coordinación con la Universidad Autónoma de Chapingo, el Colegio de Postgraduados, el Colegio de México y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pesqueras, utilizan técnicas de fitomejoramiento a fin de incrementar el rendimiento de los cultivos.

Los doctores Robert Bay, Miguel Angel Martínez y Luz María Mena, titulares del proyecto, señalan que el método de fitomejoramiento es una evolución natural o dirigida por el ser humano, y su principal beneficio es que los campesinos tendrán elementos para participar en la conservación de sus recursos y el mejoramiento de sus cosechas.

Los investigadores trabajan en una parcela experimental, donde lograron incrementar en casi 2% el rendimiento del maíz, y su reto es tener un aumento del 20% al final del proyecto. En este caso, el término de rendimiento no se refiere sólo a la cantidad de toneladas de grano que logren obtenerse, sino que se busca mejorar otras características de la planta, como puede ser su crecimiento.

Con lo anteriormente mencionado, los investigadores también intentan lograr la participación del campesino, ya que la tendencia actual en todo el mundo es trabajar en proyectos en los que el agricultor tenga importancia central. 🌱



Se estudian los genes del aparato reproductor del mosquito anopheles

Algunas de las enfermedades que han aquejado al ser humano durante muchos años son causadas por ciertos insectos. Se han inventado vacunas para determinadas enfermedades, pero otras, como el paludismo, causado por el *Anopheles gambiae* o mosquito anopheles, siguen causando daños. Sin embargo, el avance de la ciencia, y en particular de la genética, ha permitido a los investigadores conocer aquellos genes que participan en la formación del aparato reproductor del insecto.

En el laboratorio del doctor Mario Zurita Ortega, del Departamento de Genética y Fisiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, se trabaja en la identificación y caracterización de genes que se

expresan básicamente en el ovario del mosquito *A. gambiae*, y según datos de dicho Instituto, este insecto presenta la ventaja de que la producción de huevos se induce cuando la hembra chupa sangre de sus víctimas, lo que da un punto de referencia temporal para estudiar los genes relacionados con el proceso de formación de dichos huevos. La información se complementa con los datos obtenidos de la *Drosophila melanogaster* o mosca de la fruta.

Mediante técnicas de ingeniería genética se han construido moléculas recombinantes, que contienen el promotor de uno de los genes frente a otro y serán introducidas en embriones de mosca, lo cual permitirá observar si el promotor del mosquito puede ser estudiado en la mosca de la fruta. 🌱

La madurez cerebral depende de la experiencia visual

Las lesiones oculares que obligan al paciente a usar vendas por periodos largos o las cataratas sufridas desde la niñez, pueden alterar la actividad neuronal en los centros visuales del cerebro, y por tanto, afectar el desarrollo del córtex visual, consigna la revista *Duke Research*.

Pruebas de laboratorio realizadas con ratones por expertos de la Universidad Duke, en Estados Unidos, con ratones permitieron a los

expertos constatar que aunque las estructuras del cerebro están preparadas para permitir el desarrollo del sistema visual, se necesita una experiencia de la vista normal para completar su maduración. Leonard White, David Coppola y David Fitzpatrick, encargados del grupo de investigación, explicaron que se probaron los efectos de la experiencia visual en hurones recién nacidos, los cuales fueron seleccionados porque nacen con los ojos cerrados y con una madurez visual comparable a la de otros mamíferos que aún se encuentran en su etapa fetal.

El objetivo de los expertos era observar cómo afecta dicha experiencia visual la maduración de los caminos neuronales –en el córtex de los animales– que reconocen líneas de diferente orientación, y encontraron que sin esa experiencia el sistema visual no consigue realizar las conexiones adecuadas y es incapaz de funcionar de manera correcta.

Durante el proceso de experimentación, un grupo de animales fue mantenido en oscuridad total, mientras que otro permaneció con los ojos cerrados; el primero no tuvo experiencia visual alguna, mientras que el segundo sólo experimentó una estimulación no diferenciada mediante la luz que se filtraba por los párpados, sin experiencia específica con líneas orientadas. Cuando los expertos permitieron a los animales volver a ver observaron el córtex de individuos normales, así como el de los miembros de ambos grupos de prueba, al presentarles imágenes con líneas horizontales, verticales y anguladas.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los investigadores se proponen hacer lo posible por tratar problemas de este tipo en la niñez, pues de lo contrario, afirman, se corre el riesgo de que el cerebro no se desarrolle de manera adecuada para cumplir con estas funciones. ●

Pantalla gigante para investigadores

Los expertos de Sandia National Laboratories, del Departamento de Energía de los Estados Unidos, presentaron una pantalla gigante con una resolución semejante a la agudeza visual del ojo humano, para que los investigadores tengan mejor visión de sus objetos de estudio.

En su publicación *Sandia Lab News* los laboratorios mencionados explican que la pantalla mide tres por cuatro metros y es capaz de reproducir desde un incendio hasta una exploración microscópica con gran nitidez, aunque esto no es lo único importante, sino también la rapidez del desarrollo tecnológico para mostrar los paquetes de información científica que son muy complejos.

Los investigadores apuntaron que para entender mejor las situaciones complicadas, como incendios o choques, se requiere de una pantalla de estas características, con objeto de tener mejor perspectiva de las mismas, no obstante, afirman que está disponible también para tareas de nanotecnología, microsistemas o exploraciones biológicas.

Los técnicos de Sandia utilizan un método de procesamiento paralelo, que combina la potencia de las tarjetas de video de muchas computadoras normales, para que la operación se lleve a cabo en segundos. Además, la imagen no se crea a partir de una sola tarjeta gráfica, sino a través de las salidas de 64 ordenadores, los cuales dividen la información en 16 pantallas organizadas en grupos de cuatro por cuatro. ●



Programa solar mundial en África

Con el propósito de aprovechar al máximo la energía del Sol, así como de otras fuentes renovables, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura promueve el Programa Solar Mundial 1996-2005 en África, como se señala en el libro *Proyecto de programa y presupuesto de la UNESCO*.

Dicho programa es una de las iniciativas más importantes en todo el sistema de las Naciones Unidas y tiene como propósito mejorar las condiciones de vida en las zonas rurales y remotas, en especial de las niñas y mujeres, y ofrecer mayores posibilidades de educación para "llegar a quienes han quedado al margen". El programa fue aprobado desde 1992 para llamar la atención de la comunidad internacional sobre las insostenibles pautas de producción y consumo de energía y sobre la necesidad de que la humanidad dependa cada vez más de sistemas energéticos ecológicamente racionales, en especial de fuentes de energía nuevas y renovables.

La duración del programa es de diez años, y hasta el momento se ha trabajado en la introducción del tema de las energías renovables en todos los niveles educativos; también se ha creado un centro de asistencia técnica para elaborar programas de estudio y formar docentes en cooperación con las universidades, las instituciones y las organizaciones no gubernamentales competentes.

El programa incluye proyectos mundiales, regionales y nacionales respecto a las fuentes de energía renovables que han de llevarse a cabo mediante un esfuerzo conjunto de los organismos y programas competentes del sistema de las Naciones Unidas, además de otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

En el Programa Solar Mundial 1996-2005

participan países como China, Israel, Pakistán, Zimbabwe, La India, Jamaica, Nigeria, Senegal, Georgia e Italia, naciones que trabajan en el desarrollo de cocinas de biomasa eficaces, la replantación de árboles utilizados para leña y el uso de cocinas solares, así como el inicio de cinco proyectos adicionales de electrificación rural en África. ☀

Virus del Nilo occidental

Médicos y entomólogos de la Universidad de Carolina del Norte trabajan de manera conjunta con otras universidades de los Estados Unidos para controlar el virus del Nilo occidental, transmitido por un mosquito que produce encefalitis en el ser humano y a menudo la muerte, informa el diario *Research Support* de la institución.

En esta primera etapa de trabajo, los expertos se han dado a la tarea de identificar los tipos de animales que sirven de fuente de alimento para los mosquitos, pues consideran que conocer más sobre los mosquitos que transmiten el virus ayudará a tomar medidas en determinadas poblaciones de insectos, pero aun cuando reconocen que el principal problema se debe a su naturaleza y hábitat, los mosquitos no son fáciles de controlar y los investigadores señalan que localizándolos durante la fase inicial de la temporada es posible evitar que el virus amplíe su cobertura. Según los científicos de la Universidad de Carolina del Norte, el mal también infecta a algunos animales, como pájaros y caballos; los primeros casos fueron

detectados en 1999, y desde entonces más de 80 personas han resultado infectadas, nueve de las cuales no tuvieron cura y fallecieron. Dichos expertos consideran que este tipo de estudios ayudará a identificar con precisión los caminos por los que se transmite el virus, ya que las aves son sus principales portadores.

Entre las especies de mosquitos que sirven de vehículo de transmisión para el virus se encuentra el *Culex*, que hiberna y puede introducirlo al llegar la siguiente temporada. Este mosquito crece en aguas sucias con vegetación en descomposición, se alimenta básicamente de pájaros y parece que inicia y amplifica el ciclo de transmisión en las aves.

Otro mosquito con posible participación es el Tigre Asiático, un insecto de agresiva picadura y transmisor de enfermedades diversas, que abunda en los hogares y también se alimenta de pájaros, de modo que podría ser una fuente de contagio para los seres humanos.

Hasta ahora no hay vacuna o antibiótico contra el virus del Nilo occidental, descubierto en África en 1937. ☀

Sergio Ticul Álvarez Castañeda, autor del artículo “¿De qué color es el café?” nació en la ciudad de México. Estudió Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), realizó su maestría en Biología animal y el doctorado en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha proporcionado asesorías en la International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, en la Secretaría de Recursos Hidráulicos y en la Secretaría de Desarrollo Social. Ha impartido cursos de licenciatura y de maestría en la Universidad de Nuevo México y en la Universidad del Gran Cañón, Arizona. Ha participado en 30 proyectos de investigación, de los cuales ha dirigido 11. Es autor de cinco libros, 14 capítulos de libros, 38 publicaciones científicas con arbitraje y ha presentado más de 40 ponencias en congresos. En 1990 recibió el premio a la investigación en el área de recursos naturales, entregado por el IPN. Es miembro de seis sociedades científicas nacionales e internacionales, obteniendo puestos administrativos en tres de ellas. Actualmente se encuentra adscrito al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., como investigador titular “B” y tiene el nivel uno en el Sistema Nacional de Investigadores.

Narciso Antonio Acuña González, coautor del artículo “Preservación de la infraestructura en el Golfo de México”, nació en Campeche en 1967. Cursó la licenciatura en ingeniería mecánica en el Instituto Tecnológico de Mérida y, como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), realizó la maestría en metalurgia y el doctorado en ingeniería química en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es responsable ante el Conacyt de dos proyectos de estudio que se llevan a cabo en colaboración con el gobierno de los Estados Unidos, cuyo tema es la corrosión y fatiga de los aceros inoxidable en el medio marino. En 1991 fue galardonado con el primer lugar en el área metal-mecánica, que otorga la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, y actualmente es el director científico del Programa de Corrosión del Golfo de México, con sede en la Universidad Autónoma de Campeche. Correo electrónico: naracuna@hotmail.com

David Manuel Díaz Pontones, autor del artículo “El endospermo y sus usos”, nació en la ciudad de México en 1958. Se graduó en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y concluyó la maestría y el doctorado en biología en la Facultad de Ciencias de la propia institución. Realizó una estancia posdoctoral en el centro de Investigaciones Biológicas de Madrid, y se ha desempeñado como profesor de fisiología y bioquímica vegetal y biología celular, tanto en el nivel de licenciatura, como en el de posgrado en la UNAM. Actualmente es profesor titular C de tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa (UAM-I); ha publicado 14 trabajos en revistas internacionales y dos capítulos de libro y ha presentado 56 ponencias en congresos celebrados en México y en el extranjero. Ha sido distinguido con la beca al reconocimiento de la carrera docente en la UAM, y ha recibido el estímulo a los grados académicos.

Juan Félix Elorduy Garay, coautor del artículo “¿De qué color es el café?” nació en Bilbao, Vizcaya, España en 1955. Obtuvo su licenciatura en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco, su maestría en Ecología Marina en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), y su doctorado en Biología animal y evolutiva, en la Universidad del País Vasco. Ha realizado diversos cursos, principalmente en el Departamento de Sanidad y Seguridad Social del Gobierno del País Vasco. Es autor o coautor de 22 publicaciones y ha sido editor de las revistas *Investigaciones marinas CICIMAR* y *Oceánides*. Se ha desempeñado como docente en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), y en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Ha dirigido varias tesis en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado y también ha sido merecedor de varias distinciones, entre las que se encuentran *Cum laude* por su tesis doctoral en la Universidad del País Vasco, menciones honoríficas por su labor en la dirección de tesis en la UABCS, el Premio Arnaldo Orfila Reynal por coordinar la edición, tanto de la revista *Oceánides*, como del Catálogo de peces marinos de Baja California Sur. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y se desempeña como profesor-investigador de tiempo completo en el Departamento de Pesquerías y Biología Marina en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, en La Paz, B. C. S.

Francisco Javier Fuentes Talavera, autor del artículo “Hinchamiento y contracción de la madera”, nació en 1956 en Villa Hidalgo, Nayarit. Se graduó en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guadalajara (UG), y obtuvo la maestría en madera, celulosa y papel, en la misma Universidad. Como becario del Deutscher Akademischer Austauschdienst y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), realizó estudios de física de la madera en el Holzphysik Institut de la Universidad de Hamburgo. Actualmente es profesor-investigador del Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la UG., teniendo como líneas de investigación las propiedades físico-mecánicas de la madera, la tecnología de tableros aglomerados y procesos de secado de la madera, e imparte las asignaturas de física, evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la madera y tableros aglomerados en la maestría en ciencia de productos forestales, así como la de industrias forestales en la carrera de ingeniero agrónomo. Ha publicado 35 artículos en diferentes medios y un libro sobre el secado técnico de la madera. Correo electrónico: ffuentes@amatl.dmcyp.udg.mx

Leonardo Hernández Aragón, autor del artículo “Mejoramiento genético de arroz híbridos en México”, es ingeniero agrónomo por la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro, de Saltillo, Coahuila, y maestro en ciencias agrícolas por el Colegio de Postgraduados de Chapingo. Ha tomado cursos de adiestramiento sobre mejoramiento genético del arroz de temporal, y de arroz híbridos en Filipinas y en China, y ha sido el generador principal de las variedades de arroz de riego en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), donde actualmente trabaja. Ha recibido, entre otras distinciones, el Premio Sinaloa de Ciencia y Tecnología, y el Premio Banamex, en la rama

agropecuaria, y ha sido nombrado Investigador Latinoamericano por el Instituto Internacional de Investigaciones Arroceras de Filipinas, entre otras.

Guillermo Hernández Duque Delgadillo, coautor del artículo "Preservación de la infraestructura en el Golfo de México", nació en la ciudad de Aguascalientes en 1961. Cursó la carrera de ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico Nacional Autónomo de México y, como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) terminó la maestría en metalurgia y ciencia de materiales en la Universidad Nacional Autónoma de México, así como el doctorado en el Centro de Investigaciones de la Universidad de Compiègne, Francia, en el desarrollo de nuevos aceros. Asimismo, realizó un posdoctorado y una estancia posdoctoral en Estocolmo, Suecia, y en la Florida Atlantic University de los Estados Unidos, respectivamente. El doctor Hernández Duque es fundador de un centro de investigaciones sobre preservación de la infraestructura industrial, denominado Programa de Anticorrosión del Golfo de México. Fue director de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Mayab, de la cual también es fundador, y asimismo es responsable ante el Conacyt, de diversos proyectos de investigación, nacionales e internacionales (Estados Unidos, Francia, Israel y Alemania), relacionados con el proceso corrosivo de aceros y concretos. Actualmente es director del Departamento de Investigaciones y Desarrollo de la Universidad del Mayab, en Mérida, Yucatán. Correo electrónico: guillermoh@exite.com

Dolores Martínez González, autora del artículo "El hipotálamo, ombligo del cuerpo", nació en 1973 en la ciudad de México. Se graduó de médica cirujana en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde obtuvo la medalla Gabino Barreda. Realizó una breve estancia de investigación en la Escuela de Medicina de la Pennsylvania State University. Ha realizado nueve publicaciones nacionales e internacionales, relacionadas con la regulación de la memoria, del sueño y de la dependencia al alcohol, y actualmente es candidata a doctora en ciencias biomédicas, como becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y profesora en el Departamento de Fisiología, de la Facultad de Medicina de la UNAM.

Ezequiel Montes Ruelas, coautor del artículo "Hinchamiento y contracción de la madera" nació en Ameca, Jalisco, en 1947. Estudió la carrera de ingeniero químico en la Universidad de Guadalajara, y llevó a cabo una especialidad en biología y protección de la madera en la Universidad de Hamburgo. Realizó estudios de maestría y doctorado, como becario del intercambio académico alemán (DAAD) en la modalidad Sandwich-System. Ha sido responsable de seis proyectos de investigación del sistema SEP Conacyt, sector industrial, en las áreas de identificación, tecnología y propiedades de la madera y otros materiales fibrosos. Ha publicado como autor y coautor de 30 artículos y en dos libros sobre temas relacionados con la tecnología de la madera, y actualmente se desempeña como profesor-investigador en el Departamento de Madera, Celulosa y Papel, realizando actividades de docencia en la maestría de productos forestales y en el Departamento de Producción Forestal

del Centro Universitario del Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Asimismo presta asesoría al sector maderero y mueblero en aspectos de evaluación de materias primas, identificación y secado de la madera.

Luz Navarro, coautora del artículo "El hipotálamo, ombligo del cuerpo", nació en 1958 en la ciudad de México. Es egresada de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde también obtuvo su maestría en química analítica y su doctorado, realizado en el Centro de Neurobiología de la propia UNAM, en el área de ciencias fisiológicas. Ha realizado estancias breves de investigación en las escuelas de medicina de Harvard y Dartmouth, y es autora de 20 publicaciones nacionales e internacionales sobre el tema de neuroendocrinología, neuroSIDA, sueño y memoria. Actualmente es profesora titular "A" de tiempo completo en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM e Investigador Nacional nivel I en un proyecto apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Oscar Próspero García, coautor del artículo "El hipotálamo, ombligo del cuerpo", nació en 1956 en Tapachula, Chiapas, y se graduó como médico cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Realizó su maestría en Psicobiología en la Facultad de Psicología y su doctorado en investigación biomédica básica en el Instituto de Fisiología Celular, ambos centros de la misma UNAM, donde también consiguió la medalla Gabino Barreda. Ha sido investigador posdoctoral en el Departamento de Biología de la Facultad de Medicina de la Universidad de California, en San Diego, investigador asociado en The Scripps Research Institute., investigador titular "C" de tiempo completo en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM y profesor de Fisiología en la propia Facultad, e investigador Nacional nivel II. Ha efectuado 50 publicaciones nacionales e internacionales sobre el tema de neuroSIDA, sueño y memoria, y actualmente realiza un proyecto de investigación con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Vicente Quirarte, autor del artículo "2001, la odisea interminable", nació en la ciudad de México en 1954. Es licenciado en lengua y literatura hispánicas, así como maestro y doctor en letras mexicanas por la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México, y desde 1988 es profesor de asignatura en la licenciatura y en la División de Estudios de Posgrado de dicha Facultad. Actualmente es investigador titular en el Instituto de Investigaciones Bibliográficas de la máxima casa de estudios. Ha sido profesor invitado en el Austin College, de Sherman, Texas, y ocupó la Cátedra "Rosario Castellanos" de Cultura Mexicana en la Universidad Hebrea de Jerusalén. Ha impartido conferencias y cursos en universidades de Inglaterra, Francia, Canadá, Israel, y en los Estados Unidos en múltiples instituciones de enseñanza superior. Es autor de numerosas e importantes obras de ensayo y poesía, como *La poética del hombre dividido en la obra de Luis Cernuda*; *Perdese para reencontrarse: Bitácora de Contemporáneos*; *Puerta del verano*; *Bahía Magdalena* y *Viajes alrededor de la*

alcoba. Sus libros más recientes son *La ciudad como cuerpo*, *Vergüenza de los héroes*, y *Armas y letras de la guerra*.

Marco Antonio Reyna Carranza, autor del artículo "Radón y cáncer pulmonar", nació en Morelia, Michoacán, en 1965. Obtuvo su título como ingeniero mecánico electricista, con especialidad en electrónica, en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), su maestría en ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa (UAM-I), y se doctoró como ingeniero industrial en bioingeniería en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en Barcelona, España. Profesionalmente ha trabajado en empresas maquiladoras y de informática, ha sido investigador y catedrático de la UABC y catedrático en la UAM-I, así como investigador en la UPC; ha publicado tres artículos arbitrados, un subcapítulo de libro, además de nueve artículos en extenso. Ha presentado siete ponencias internacionales y seis nacionales. Ha recibido varias distinciones, como la Medalla al Mérito Universitario, durante el curso de su maestría en la UAM-I, la Mención Cum Laude por unanimidad, otorgada por la UPC, y también recibió apoyo del Conacyt, por cuya vía fue repatriado como investigador.

Raúl Rodríguez Anda, coautor del artículo "Hinchamiento y contracción de la madera", nació en 1959 en Hermosillo, Sonora. Egresó como ingeniero agrónomo forestal de la Universidad de Guadalajara, y entre 1990 y 1996 fue becario del Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) para realizar estudios de especialización en tecnología de la madera en el Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft de la Universidad de Hamburgo, República Federal de Alemania. Ha participado en nueve proyectos de investigación, en 11 publicaciones de diferentes revistas especializadas, y también ha sido coautor en 11 trabajos de investigación, presentados en eventos especializados. Actualmente se desempeña como profesor investigador asociado "A", con línea de investigación en la trabajabilidad de la madera y maquinaria para la industria mueblera de la Academia de Tecnología de la Madera del Departamento de Madera Celulosa y Papel, y asimismo, funge como catedrático del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Luis Romo Cedano, autor de la reseña "Léxico de la política", nació en la ciudad de México en 1964. Es licenciado en comunicación por la Universidad Iberoamericana, y realizó su maestría en historia en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha trabajado en diversos medios masivos mexicanos, como Notimex, Imevisión y Reforma; la agencia Technical Data en Nueva York, la revista *Dow Jones América Economía* de Santiago de Chile y el diario *Página 12* de Buenos Aires. Es autor de varios artículos sobre historia y geografía de México, publicados en revistas académicas y de divulgación, así como de varios capítulos de libros, y ha ejercido la docencia en la Universidad Iberoamericana, plantel México, impartiendo las asignaturas de teoría de la comunicación y lenguajes medios.

Miguel Schorr W., autor del artículo "Preservación de la infraestructura en el Golfo de México", realizó la licenciatura en química y la maestría en ingeniería de materiales en el Instituto Technion de Israel, país donde asimismo obtuvo el grado de maestro diplomado por el Instituto de Pedagogía Seminar Hakibutzim. Su línea central de trabajo es el control de la corrosión en sistemas y ambientes industriales, y ha laborado en diversas universidades, instituciones de investigación y desarrollo, así como en empresas industriales en México, Israel, Venezuela, Japón, Argentina, SudÁfrica, los Estados Unidos y Europa. Es autor del libro de texto titulado *Materiales de ingeniería*, así como de seis folletos y 100 artículos publicados. En los últimos años ha llevado a cabo estancias como profesor visitante en las Universidades del Mayab y de Baja California, y actualmente se desempeña como asesor científico y tecnológico en el Programa de Anticorrosión del Golfo de México, de la Universidad de Campeche. También es editor de la revista internacional "Corrosión Reviews". Correo electrónico: mschorr90@hotmail.com

Benjamín Valdez Salas, coautor del artículo "Preservación de la infraestructura en el Golfo de México", nació en Mexicali, Baja California, en 1963. Como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología realizó la licenciatura en ingeniería química, así como la maestría y el doctorado en química en la Universidad Autónoma de Guadalajara. Fue jefe de la Sección de Electroquímica de la misma entre 1989 y 1995, y actualmente se desempeña como Investigador titular "C" en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Es fundador y coordinador de la Red Nacional de Corrosión, así como también es profesor en posgrado en ingeniería del II-UABC. Ha publicado más de 25 artículos en revistas internacionales sobre los temas de corrosión metálica, biocorrosión y biodeterioro de materiales y medio ambiente, ha publicado artículos en revistas y diarios de circulación nacional; además, es autor de dos libros y colaborador de otros dos. Ha ganado varios premios nacionales en el área de materiales y corrosión, y pertenece, desde 1996, al Sistema Nacional de Investigadores, siendo actualmente nivel I, así como a varias asociaciones científicas de México y el extranjero. Es asesor de la industria en las áreas de materiales y transferencia de tecnología. Correo electrónico: Benva1@iing.mxl.uabc.mx



LOS UNIVERSITARIOS

Publicación mensual de la Coordinación de Difusión Cultural de la UNAM



NUMERO 121 SEPTIEMBRE

- Los saberes universitarios en los 450 años de la Universidad
- Biografía y escritura de Juan García Ponce
- Poema de Andrés Bello
- Miguel Ángel Granados Gapa sobre patrimonio cultural
- La obra de Vicente Gardía
- Reportaje fotográfico de Nacho López

SUSCRIPCIONES: 56 65 17 33



GIDE MEXICO MUSEO ITINERANTE



EDUCACION - CIENCIA - TECNOLOGIA

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

Astronomía con planetarios para niños y adultos

MUSEO CULTURAL

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

Exhibidores interactivos con sistema audiovisual. Multimedia con preguntas y respuestas



VENTA o RENTA

Tel. 5608-5043 Fax. 5695-3406
gide@data.net.mx www.gide.com.mx



Fe de erratas

En el número 160, en el artículo "Golbach, una conjetura millonaria", página 47, primera columna, se incluyó el siguiente párrafo:

Podemos obtener las siguientes "consecuencias" de las proposiciones enunciadas:

1. Los "R" para los $2n$, siempre serán pares (positivos o negativos).
2. Los "R" para los $2n+1$, siempre serán impares (positivos o negativos)
3. Los $2n$ o los $2n+1$ no expresarán $R=0$ al ser reducidos por sus da sucesivas.
4. $(R,-R) = (9,-9)$, expresa la recursividad del conjunto N y por tanto de sus propiedades.
5. Para el caso de la "Conjetura binaria de Goldbach", las proposiciones enunciadas permiten operar de manera más eficiente, mediante las dN .

Aquí debería decir:

Podemos obtener las siguientes "consecuencias" de las proposiciones enunciadas:

1. Las "R" para los $2n$, siempre serán pares (positivos o negativos) o cero.
2. Las "R" para los $2n+1$, siempre serán impares (positivos o negativos)
3. Los $2n+1$ no expresarán $R=0$ al ser reducidos por sus da sucesivas.
4. $(R,-R) = (9,-9)$, expresa la recursividad del conjunto N y por tanto de sus propiedades.
5. Para el caso de la "Conjetura binaria de Goldbach", las proposiciones enunciadas permiten operar de manera más eficiente, mediante las dN .

Ofrecemos a nuestros lectores una disculpa por esta falla.

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