

CIENCIA y DESARROLLO

Enero/Febrero de 1999



SEP • CONACYT

Enero/Febrero de 1999
Volumen XXV • Número 144
ISSN 0185-008
México \$ 20.00

Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra

El ojo de acocil como modelo de telescopio espacial
Láseres semiconductores, principios de funcionamiento
La formación de investigadores en México
Las patentes en la investigación biomédica
La visión del color

Volumen XXV • Número 144



Director General
Carlos Bazdresch Parada

Director Adjunto de Investigación Científica
Jaime Martuscelli Quintana

Director Adjunto de Modernización Tecnológica
Ramiro García Sosa

Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional
Luis Ponce Ramírez

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

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica
Adrián Jiménez Gómez

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas
Sylvia Ortega Salazar

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



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Director editorial
Armando Reyes Velarde

Editora
Clairette Ranc Enríquez

Subdirector editorial
Carlos Monroy García

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

Asesores editoriales: Guadalupe Curiel Deffosé y Mario García Hernández

Redacción: Concepción de la Torre Carbó, Rosalba Ramírez Ruiz y Mayán Santibañez Cervantes

Coordinación de producción: Jesús Rosas Espejel

Producción: Carolina Montes Martínez y Josefina Raya López

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
Internex, S.A. de C.V.
Lucio Blanco 435,
Col. San Juan Tlihuaca, 02400 México, D.F.

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

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

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

Ciencia y Desarrollo es una publicación bimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), editada por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la expresa autorización de la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Certificado de licitud de título de publicación: 259, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, expediente 1/342 "79"/1271, del 22 de agosto de 1979. Reserva al título en Derechos de Autor núm. 04-1998-42920332800-102, del 29 de abril de 1998, expedido por la Secretaría de Educación Pública.

Autorizada como correspondencia de segunda clase.
Registro DGC núm. 0220480, características 229621 122. Certificado de licitud de contenido núm. 112.

Producida por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica, con dirección en avenida Constituyentes 1046, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Hidalgo, 11950 México, D.F. teléfono 327 74 00 ext. 7800 y 7801.

Al concluir este milenio, caracterizado por un avance generalizado en ciencia, tecnología y humanismo, las paradojas, en términos de integración social, parecen constituir el signo distintivo de nuestro mundo.

Nunca como hoy hubo tantos signos aparentemente unitarios, socialmente hablando. Vivimos una era de extraordinaria velocidad comunicacional. De hecho, podemos enterarnos de algún suceso importante que acontezca en cualquier parte de la Tierra –incluso en algunos sitios fuera de ella– al momento en que se desarrollan los acontecimientos.

Resultado, y al mismo tiempo causa de lo anterior, la llamada globalización echa abajo fronteras, y las mercancías y las finanzas se desplazan por el planeta, poniendo en contacto pleno economías anteriormente cerradas o protegidas en mayor o menor grado.

Sin embargo, en el gran escenario de la vida humana se manifiesta una contraparte trágica: el desangramiento y la confrontación de pueblos cuya asociación y convivencia aparentemente habían sido asegurados en decenios pasados; conflictos que en algunos casos han concluido en desgarramientos dramáticos, mientras que en otros se mantienen como larga agonía.

Los conflictos que hoy existen en Europa, África, Asia y América –prácticamente, pues, en todas las regiones del mundo– no pueden, por desgracia, ser considerados los únicos que tendrá que padecer la presente generación. Es evidente que muchos más permanecen larvados en diferentes países, sin excluir al nuestro.

¿Dónde hallar la explicación a estos hechos? Tan importante como la primera, lo es la segunda pregunta: ¿Dónde podría encontrarse la solución?

Las respuestas, como es fácil imaginar, pueden ser múltiples, pero una explicación se avanza en uno de los trabajos que publicamos en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*, con la participación, como entrevistado, del doctor Santiago Genovés, uno de los más agudos estudiosos del comportamiento del ser humano, especialmente como protagonista de la violencia, una de sus expresiones más sensibles.

Parece haber claves para interpretar los motivos de la paradoja, lo cual significaría adelantar un paso para erradicar o disminuir la confrontación. Una de las principales estaría en aceptar las diferencias culturales, hecho menos frecuente de lo que muchos de los pensadores más lúcidos de este siglo han supuesto y que nos lleva de la mano a asociar una serie de categorías que continuamente se manejan: disidencia, tolerancia y democracia. ●

Editorial

1

Entrevista

La sensibilidad, más importante que la inteligencia: Santiago Genovés Tarazaga
SUSANA ALICIA ROSAS

4

El sueño en los primeros dos años de vida

SIMON BRAILOWSKY

10



Láseres semiconductores, basados en heterouniones

VIATCHESLAV MISHOURNYI, ET AL.

18

Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra

GINA HOLGUIN, ET AL.

26

Educación comparada. México entre otras naciones

FELIPE TIRADO SEGURA
FRANCISCO RODRIGUEZ GARCIA

36

La teoría de la ciencia de T.S. Kuhn, una aplicación en biología

ISMAEL LEDESMA MATEOS

48



Contaminación y polución costera

FEDERICO PAEZ OSUNA

60

Respiramos por los pulmones o por las mitocondrias

MINA KONIGSBERG FAINSTEIN

66

Nota

- El Titanic, falla del acero y de una estructura

73

GUILLERMO HERNANDEZ DUQUE
NARCISO ACUÑA GONZALEZ
MIGUEL SCHORR



CIENCIA y DESARROLLO



Descubriendo el universo

- El último eclipse total de Sol del siglo 77
 - Un paseo por los cielos de marzo y abril de 1999 78
- JOSE DE LA HERRAN

Alaciencia de frioleras

- Calle de San Andrés 80
- MIGUEL ANGEL CASTRO MEDINA



Deste lado del espejo

- El alegato de Las Casas 84
 - El que cantaba las mañanitas (solución al *torito* del número 143) 86
 - Contra el racismo (*El torito*) 87
- MARCELINO PERELLO

La ciencia y sus rivales

- Una de fantasmas 88
- MARIO MENDEZ ACOSTA

Reseña

- *En defensa de la patria* 90
- VIRGINIA GUEDEA
JAVIER GARCIA DIEGO



Comunidad Conacyt

- Celebración de la V Semana Nacional de Ciencia y Tecnología 92
- Tercera reunión ministerial del APEC para la cooperación regional en ciencia y tecnología
- Premio a la excelencia en investigación y desarrollo e innovación tecnológica SEP-Conacyt
- Convenio del Conacyt con la Universidad de Birmingham
- Donación de equipo del gobierno japonés al CIDESI
- Presentación del libro *Historia de las instituciones del Sistema SEP-Conacyt*
- Colocación de la primera piedra de las instalaciones del Gran Telescopio Milimétrico
- Nueva fase a los 60 años de historia de El Colegio de México

Nuestra ciencia

- Conferencia magistral de Alain Touraine por su ingreso a la AMC 99
- Los foros de la Academia Mexicana de Ciencias
- Condecoración a René Drucker por parte del gobierno de Venezuela
- Expo-química 2000
- Importante labor de la selección mexicana en la IV Olimpiada Iberoamericana de Química

La ciencia en el mundo

- Diagnóstico inteligente de averías 103
- Producción eficiente de electricidad

Los autores

105

Información para los autores

109



Trato de ser para entender

La sensibilidad, más importante que la inteligencia: Santiago Genovés Tarazaga

SUSANA ALICIA ROSAS

En la pequeña sala rodeada de repisas que surgen de las paredes blancas, un gran dragón multicolor de madera que pende del techo es el mudo testigo de esta charla, semejante a la de un catedrático con sus alumnos: “En Cuernavaca el tiempo es mío”, diría Santiago Genovés Tarazaga. Quizá por eso no se conforma con sólo responder a la pregunta planteada. Con voz pausada y un ligero acento español, el doctor en ciencias antropológicas por la Universidad de Cambridge, Inglaterra, platica, explica, ejemplifica, cuenta, pregunta y, sin mediar sugerencia alguna, recita poesía.

Bromista, y a veces irónico, el doctor Genovés Tarazaga se muestra orgulloso de ser el artífice de la hasta ahora única Declaración sobre la Violencia. “Yo soy el alma de ella, pero fuimos 19 los que nos sentamos a redactarla... neurólogos, genetistas, etólogos, bioquímicos, antropólogos, sociólogos, psicólogos, psiquiatras, historiadores, etcétera, entre quienes soy uno más.” Esta declaratoria ha sido el resultado de años dedicados a investigar la evolución del hombre, concretamente sobre agresión, agresividad y violencia. “Estás hablando con Santiaguito –nos dice–, que lleva casi toda la vida estudiando orígenes y fuentes de conflicto, para lo cual me he jugado la vida, que me gusta tanto como a cualquiera, varias veces, tanto en el mar como en la tierra.”

En 1969 y 1970, respectivamente, el investigador titular de la Universidad Nacional Autónoma de México participó en las Expediciones-Experimentos RA-I y II, que consistieron en cruzar el océano Atlántico en balsas hechas de papiro: “La idea no fue mía, sino del gran Jorge Yerdal –aclara. El motivo de ello era probar la posibilidad de contactos trasatlánticos antes de la llegada de Colón, que también era genovés. ¿Vinieron o no? Pero no me juego la vida por ese problema; la primera vez nos hundimos y casi morimos, y en la segunda llegamos hasta Barbados, e inmediatamente concebí una balsa como el mejor laboratorio aislado e inescapable para estudiar orígenes y fuentes de conflicto, fricción, agresión, agresividad y violencia, ¡ahí no hay cuento! Si aquí y ahora se grita fuego, entre hombre y mujer –que se dice es débil e inferior– a ver quién es quién; en las balsas se gritaba fuego todo el tiempo. Las acciones de comportamiento básico entre los seres humanos suelen darse en circunstancias de emergencia, no cuando nos conocemos y todos somos guapos, altos y de ojos azules. Así que yo debía haber muerto en el mar muchas, muchas veces.” Se refiere a la Travesía Trasatlántica Acali (del náhuatl casa en el agua) que desde África hasta América organizó y dirigió con un grupo internacional de seis mujeres y cinco hombres en 1973, “...encerrados en esa cascarita por 101 días en el mar, sin ayuda de nadie, aprendimos a lo bestia, en una pequeña balsa de papiro donde seguido se veía de frente la muerte”, insiste en señalar.

¿Considera usted que a más desarrollo cultural debe corresponder mayor garantía de paz entre los seres humanos y entre los países?

Quisiera saber dónde hay ciencia y educación sin cultura. ¿Dónde hay arte sin cultura? La cultura es ese trazo extrabiológico que nos hace salir del nicho ecológico en el que la naturaleza nos había colocado. La cultura está hecha para que vivamos mejor en todos los sentidos, física, mental y socialmente. Con más cultura lograremos una vida mejor; tendremos más ocio –del que carecemos– para pensar. Vivimos en la expresión francesa de *Métro, boulot, dodo*, es decir “Metro, trabajo, dormir”, y esto no es cultura. No tenemos ocio, seguimos siendo unos impulsivos; hacer, hacer, hacer... casi nadie se detiene a pensar. Esta es una de

las grandes paradojas de la humanidad. La gran revolución del hombre no es ni la mexicana, ni la china, ni la rusa, es la revolución agrícola, en la cual podemos sentarnos a pensar quiénes somos, qué hacemos, por qué estamos aquí. Unos pocos en el mundo están en esto; los otros seguimos, bajo otras formas, cazando salamandras para comer. Lo importante es estar consciente de ello.

La violencia generalizada e institucionalizada, es decir, la guerra, es una invención humana. El único animal que mata en masa a sus semejantes somos nosotros. No hay que confundir lo intra con lo interespecífico. Interespecíficamente tú te has comido unos huevitos o unos jitomatitos en la mañana y no has sentido horror; todos nos alimentamos de la energía de otras especies animales y de la naturaleza. Lo único, y eso es lo interespecífico en especies diferentes, es que ni leones ni hipopótamos se matan entre sí; a veces luchan, pero no en masa como lo hacemos nosotros. Entonces, a mayor cultura esperemos que ya no haya más matanzas entre un ser humano y otro, que es de lo más antiético. Todavía si se conocieran habría una justificación.”

Al hablar de cultura, desarrollo y ocio hacemos referencia a la inteligencia; entonces, ¿qué es lo que predispone a la violencia, la falta de inteligencia o la falta de entendimiento acerca de las preocupaciones del otro?

Lo has dicho perfectamente. Estamos aquí por la búsqueda constante de ir más allá de lo que parece posible, por esa gran locura en el sentido de Erasmo –del *Elogio a la locura*– y por utopía, en el sentido de Tomás Moro. Somos aventura constante. ¿Para qué? Para escribir, pero ¿para qué escribe García Márquez si ya escribieron Cervantes, Tolstoi, Shakespeare? Para ver si dice algo más, y lo ha dicho. Con la revolución agrícola nacen los nobles, los grandes imperios, las grandes religiones y los grandes ejércitos, que antes no los había ni teníamos violencia institucionalizada y generalizada. Ahora existen en el planeta 42 conflictos y ya hubo dos guerras mundiales; eso no se debe a la genética ni a la biología molecular, se debe a no entender al otro o a la otra. Se debe a la circunstancia, a la diferencia en la interpretación de la cultura, de las tradiciones, de la historia. Todas las guerras son religiosas y económicas, no consustanciales al hom-



MICHÓN PEREIRA

bre, como sí lo es ir al baño, comer, beber, dormir o el instinto sexual, gracias a Dios, porque si el hombre y la mujer no se juntan, ahí se acabó todo.

La violencia generalizada e institucionalizada se debe a la falta de educación, y por ésta no me refiero al *Manual de Carrero* sino a entender que con otra circunstancia y con otra percepción de la vida tenemos diferentes apetencias. La violencia no es una batería que se enciende y se descarga dentro de nosotros. Buena parte de nuestro comportamiento está determinado por la genética y la biología, pero la violencia es una reacción. Si económicamente soy un país que trata de meterte mano, tú reaccionas y entonces viene la violencia.

¿El entendimiento es un arte?

Casi todo es arte. La ciencia es el arte de ser científico. Es raro que un humanista sea científico –bueno, Leonardo da Vinci sí lo fue–; en cambio, sí ha habido grandes científicos humanistas. A más ciencia, mayores dudas tiene uno. La ciencia, en contra de lo que se piensa, no nace de la exactitud, sino de la ambigüedad y de la duda. La ciencia es búsqueda constante y no implica juzgar; así, se debe entender y entender más para juzgar menos o nada. Hay que comprender que se evoluciona, tanto en los vestidos como en la forma de ser, y que otros no evolucionan en la misma dirección sino que viven de otra manera y sus gustos y apetencias también son otros. Entender más es nuestro papel de estudiosos. Ojo, la búsqueda del conocimiento es un concepto más amplio que el conocimiento científico, porque lo trasciende.

¿Podríamos decir que la “objetividad” de la ciencia le ha ayudado a rebelarse contra la subjetividad del individuo?, ¿de qué manera?

La objetividad es un invento intersubjetivo del hombre. Antonio Machado afirma: “El ojo que ves no es ojo porque tu lo veas, es ojo porque te ve” y lo que sabemos hoy es que el observador afecta lo observado. Debe tenerse objetividad científica, pero siendo conscientes de que es un invento intersubjetivo del hombre. De los grandes que aquí

llegaron de la guerra civil española, el malagueño José Bergamín escribió: “Si me hubieran hecho objeto, sería objetivo, pero me hicieron sujeto.” Vamos a suponer que revive Albert Einstein, no me equivoco al pensar que, para sustentar una conferencia le darían el Teatro de Bellas Artes, donde creo que llenaría la mitad, y los que iríamos sería por el prurito de decir “yo estuve ahí”. En cambio, Yuri, Maradona o la “del pelo suelto”, llenarían el Estadio Azteca. ¿A qué voy con eso? A decir que si progresamos lo hacemos gracias a la razón y a la lógica, pero vivimos para las pasiones, las emociones, las sensaciones y los sentimientos. De ahí surge buena parte de nuestras acciones que, inteligentitos como somos, las cubrimos de razón.

Bocanada tras bocanada el humo del cigarro en turno se pierde entre las palabras del doctor Genovés. Frente a él, el cenicero exhibe las colillas que poco a poco se acumulan. Se abre este paréntesis para saber que a sus 19 años, Santiago conoció al escritor Alfonso Reyes. Se lo presentó Emilio Prados, “uno de los grandes poetas del exilio español, quien fue como un segundo padre para mí”. No es que las palabras de don Alfonso hubieran sido determinantes al momento de definir la vocación del joven, pero influyeron mucho en su decisión. “Don Alfonso me dijo: ‘Mira muchacho, tú siempre vas a estar en el humanismo, en la poesía, en la literatura, ¿te interesa la pintura, la música? También estarás en ellas. Vete por la ciencia’. Y esto fue importante porque lo humano no se puede descartar de la ciencia formal.”

Así, para Genovés no todo lo objetivo tiene que ser estudio científico sino que deben interaccionar la ciencia y el humanismo: “La médula de la ciencia es el corregirse constantemente; en cambio, a Rulfo no hay quien lo corrija ni a Shakespeare ni a Goya, y esto sugiere que deben juntarse mucho más ciencia y humanismo”, asegura el antropólogo gustoso del arte literario, de la plástica y amante de la ópera y el rock, gran convencido, además, de que la sensibilidad se antepone a la inteligencia. Quizá por eso el investigador emérito del Sistema Nacional de Investigadores no se conforma con escribir libros y trabajos de antropología, también lo hace de poesía, de ensayo sobre cineastas y literatos, y cada semana publica un artículo en *Excélsior*, donde puede opinar libremente de México.

En el mundo de las pasiones, las emociones y los sentimientos, ¿de qué manera relaciona su propio comportamiento con sus investigaciones acerca de la violencia?

Por razón y lógica yo ahora no me meto en dos balsas de papiro hasta la muerte. Eso fue más emocional que razonado. Hay todo un cuerpo filosófico que se ocupa de la facticidad, que es la realidad; hacemos lo que queremos por nuestra real gana y luego lo cubrimos de razones. Te voy a poner un ejemplo, ¿cuál es el proceso, entre todos los procesos del comportamiento humano, más irrazonable, por el que nos enamoramos?, que si las feromonas, que si los olores. Es “gracias a esa razón de la sinrazón que a mi razón no alcanza”, como nos dice don Quijote. “La ciencia por ser la ciencia no me sabe decir a mí por qué yo te quiero tanto y no me quieres tú a mí”, afirma una copla flamenca; lo más irracional que hay es el proceso por el cual seguimos viviendo, el enamoramiento.

En mi vida trato de ligar y unir, hasta donde se pueda, lo cuantitativo y lo cualitativo. En nuestro mundo occidental vale lo que se puede medir, pesar y calibrar, y gracias a la ciencia y a la tecnología tenemos termómetro, pero no un pensómetro. Podemos medir la amistad, el amor, la nobleza del espíritu o la sensibilidad, y muchos consideramos la sensibilidad como un valor superior. Einstein afirmaba que “La imaginación es más importante que el conocimiento”, y yo diría, la sensibilidad es más importante que la inteligencia. Entonces, lo cualitativo lo tenemos olvidado porque no se puede medir, pero si yo te digo “Todo se empieza, todo se acaba; nunca se empieza ni se acaba nada” o con Borges “Qué breves son los años, qué largas son las horas”, tú sabes que es una verdad total, y yo también. Hablamos de la retroalimentación entre lo cuantitativo: emociones, sentimientos y pasiones, y lo cualitativo: la razón y la lógica.

¿Cómo alimenta esa sensibilidad que lo ha llevado de la mano por el camino de la ciencia?

La sensibilidad –si tiene una parte genética, es muy débil– viene de la educación recibida, de los padres, de la familia y de la escuela. Yo he tenido una educación “privilegiada” por el lado de mi madre. Al llegar aquí, a los

15 años (en 1939 vino a México junto a cientos de refugiados españoles), con una mano delante y otra atrás, trabajé en Tepito en una fábrica de hilados y “retorcidos” de algodón durante año y medio. Mi padre, quien estaba condenado a muerte, escapó y llegó aquí, y entonces volví a estudiar. He tenido dos suertes, una, que médicos, antropólogos, sociólogos, historiadores, literatos, químicos, gente reconocida en España, pero desconocida en México, llegó a dar clases. El nivel de los maestros que en ese entonces tuve se equipara al de un Marcos Moshinsky, un Alfonso Reyes o un Jaime Sabines. Muchas veces he pensado ¡qué idiota!, si hubiera tenido 30 años en vez de 19, ¡cómo los hubiera aprovechado! Tuve una suerte loca que no aproveché lo suficiente.

Usted se ha autodenominado biólogo humano y antropólogo; ha escrito sobre la fisonomía del individuo y hace referencias constantes a su psicología ¿Cómo se mira y concibe a sí mismo Santiago Genovés?, ¿cuál es el papel que desempeña como individuo?

Conocerse un poquito más para conocer mejor a los demás. Hace poco, durante una conferencia en Michoacán, hice esta descripción: Si frente a un grupo de los tutsi me bajo los pantalones y me masturbo, me aplauden, “Todavía puede, caray”, en cambio, si lo hago frente a un grupo de gente de la Universidad me llevan al bote. Hay que entender a los otros, la fertilidad, que puedan tener hijos y trabajen, es muy importante, tiene su sentido. Aquí me corren. Bien corrido aquí, bien aplaudido allá; son circunstancias diferentes. Entender mejor para juzgar más o nada, porque no tenemos necesidad de juzgar si entendemos al otro. Este es el papel del estudioso, ser muy crítico consigo mismo, y por lo tanto, serlo con los demás. La palabra “intelectual” me molesta, todos tenemos intelecto, todos somos intelectuales.

Se me ha presentado como antropólogo físico o antropólogo social, como el aventurero Santiago Genovés, el navegante, el escritor, el poeta, que trata de ser para entender. Hay otra copla flamenca: “A un arroyo a beber bajó un día una paloma, por no mojarse la cola, levantó el vuelo y se fue. Dicen los andaluces, ¡qué paloma tan señora!” Creo que de vez en cuando hay que mojarse la cola. Yo me la he mojado en el



VICTOR PEREDA

mar y entre los vascos; hay que entrarle al toro por los cuernos, no desde la barrera. Ahora, entrarle al toro solo, no, y desde la barrera nada más, tampoco. Hay que entrelazar la experimentación directa o indirecta con lo que otros han estudiado: ciencia básica y ciencia aplicada.

¿Considera usted que este afán del hombre por obtener una estricta especialización en el trabajo lo aparta del camino del descubrimiento y del autodescubrimiento?

Creo que se está acabando el especialista que sólo sabe la técnica del trasplante de hígado o de lo que sea, porque no es bueno, no puede serlo. Tampoco hay que irnos con Diderot y el enciclopedismo y saber de todo, porque entonces no sabremos de nada, pero sí entrelazar lo que estamos buscando con lo que otros buscan y unirnos, aunque seamos de campos distintos.

A Santiago Genovés le gusta saberse escuchado. Interpreta el lenguaje no verbal de sus interlocutores como una demostración innegable de la atención brindada. De no haber auténtica curiosidad y atención “hace media hora que hubiera terminado de hablar”, asegura este estudioso que se va a dormir a las cuatro o cinco de la mañana, luego de haber trabajado solo en su escritorio de madera, entre libros –únicamente los necesarios, pues la verdadera biblioteca la tiene en su casa del DF– y papeles. Sin mediar timidez nos ha recibido en bata con todo el tiempo por delante para charlar.

¿Qué cualidades tiene una mujer para provocar el enamoramiento y el amor de Santiago Genovés por ella?

Casé con Andrée –francesa, importada de origen–, a quien conocí en el Museo del Hombre, en París; era una mujer bellísima con cuatro carreras, una belleza total, que vino a México, nos casamos, tuvimos un hijo, duramos 36 años de casados y ella está conmigo aunque hace cinco que murió. Era callada, yo casi no hablaba francés, ella ya era dentista y estaba al final de la carrera de prehistoria, conocía mucho de México y había hecho estudios sobre las bellas artes en el Museo del Louvre. Tenía una formación científica y una sensibilidad artística de primera, conocía el arte

a lo bestia, pero no socializaba mucho. Yo sé socializar, aunque lo hago poco. La razón de la sinrazón: nos caímos bien, tomé un seminario conmigo y nos casamos.

¿Considera usted que el amor tiene límites? ¿Usted pone límites al amor?

Nooo. Lo más esencial en la vida es el misterio que debe tener el científico, más allá de lo que parece que se puede hacer y que se sabe. Sin misterio no hay vida, es fundamental.

Si como dijera Pedro Garfias el “ayer no se va nunca” ¿qué añora del pasado?

Esto es más bonito todavía, es una cuarteta de Garfias, –a quien traté muy poco, pero lo conocí más a través de mi hermanito Luis Rius, un gran poeta: “¿Qué cosa de locura / antes de que hoy se vaya / ha llegado mañana / y ayer no se va nunca.” Gran hombre Pedro Garfias. Yo estoy con Arnold Toynbee y con Edmundo O’Gorman en el sentido de que existe la interpretación de la historia. No creo que se pueda vivir del pasado, pero tampoco se puede vivir sin nostalgia. Somos nuestro pasado, aunque no podemos permanecer en él ni pensar que “Todo tiempo pasado fue mejor”, pero tampoco podemos vivir como si éste no hubiera existido. Para mí, el pasado cuenta como para cualquier otra persona consciente. El honor, los valores, la sinceridad, hay que conservarlos. También la sensibilidad, la sencillez y el no creernos nada, porque todos somos unos pobres diablos.

Viene al caso, en Acali no se permitió llevar libros para que nadie se pudiera esconder y apartarse, pero sí estaba escrito en algún lugar con letras pequeñitas este poema de Machado: “Erase un marinero que hizo un jardín junto al mar y se volvió jardinero. Estaba el jardín en flor y el marinero se fue por esos mares de Dios”. Somos, en buena parte, contradictorios. De lo que aprendiste en el pasado desechas lo que ya no te sirve. Todo el tiempo estamos aprendiendo; de repente tenemos todo puesto en la mesa y nos vamos.

¿Qué es lo que dicta el mar, sosiego, quebranto, poesía?

De dictar nada. El que no le tema al mar es un idiota. Soy el único vivo en el planeta que ha cruzado tres veces el Atlántico para aprender; yo debí morir en el mar 150 veces. El mar es una hermosura, donde mires no hay más que horizonte. El chiste de las balsas es que no hay velocidad, hay que agarrar las corrientes para que te lleven. Pienso que sería bonito –y más para México– prestar atención al mar. No hay que cuidarlo, ararlo, regarlo ni echarle fertilizante como a la tierra; metes una cañita, sale el pez y te lo comes. Sugiero que en vez de llamarnos Tierra nos llamáramos Mar, porque además venimos de él, y gran parte de nosotros mismos somos agua. A mí me atrae el mar, teniéndole miedo y respeto, pues cuando se encabrona, si estás en una balsita, ¡no sabes! El mar tiene algo de limpieza –aunque está muy contaminado– y de amplitud.

¿Libertad y soledad en la vida de Santiago Genovés van de la mano o ha logrado conciliar la libertad con la compañía?

Van de la mano, todo es de ida y vuelta. La ruta que llevamos (en las balsas) no la cruza ningún barco, así que sólo llegamos a ver un par de ellos. Llevábamos un timón para mantener la balsa dentro de la corriente ecuatorial del norte y nos turnábamos en las guardias de dos horas por la noche, unas veces solos, otras con un acompañante. Por un lado existe esa soledad que da la naturaleza, la soledad verdadera, y por otro, el “¡Qué solo estoy, carajo!” Andrée manejaba mejor la soledad. Yo a veces me siento demasiado aislado, de repente se me invita a algo, voy y socializo un ratito. Somos animales sociales. Claro, también me clavo hasta las cuatro de la mañana en esa mesita y ahí estoy solito dándole.

¿Su relación con España es como la de un amor frustrado, de encuentros y desencuentros, o de una gran reconciliación?

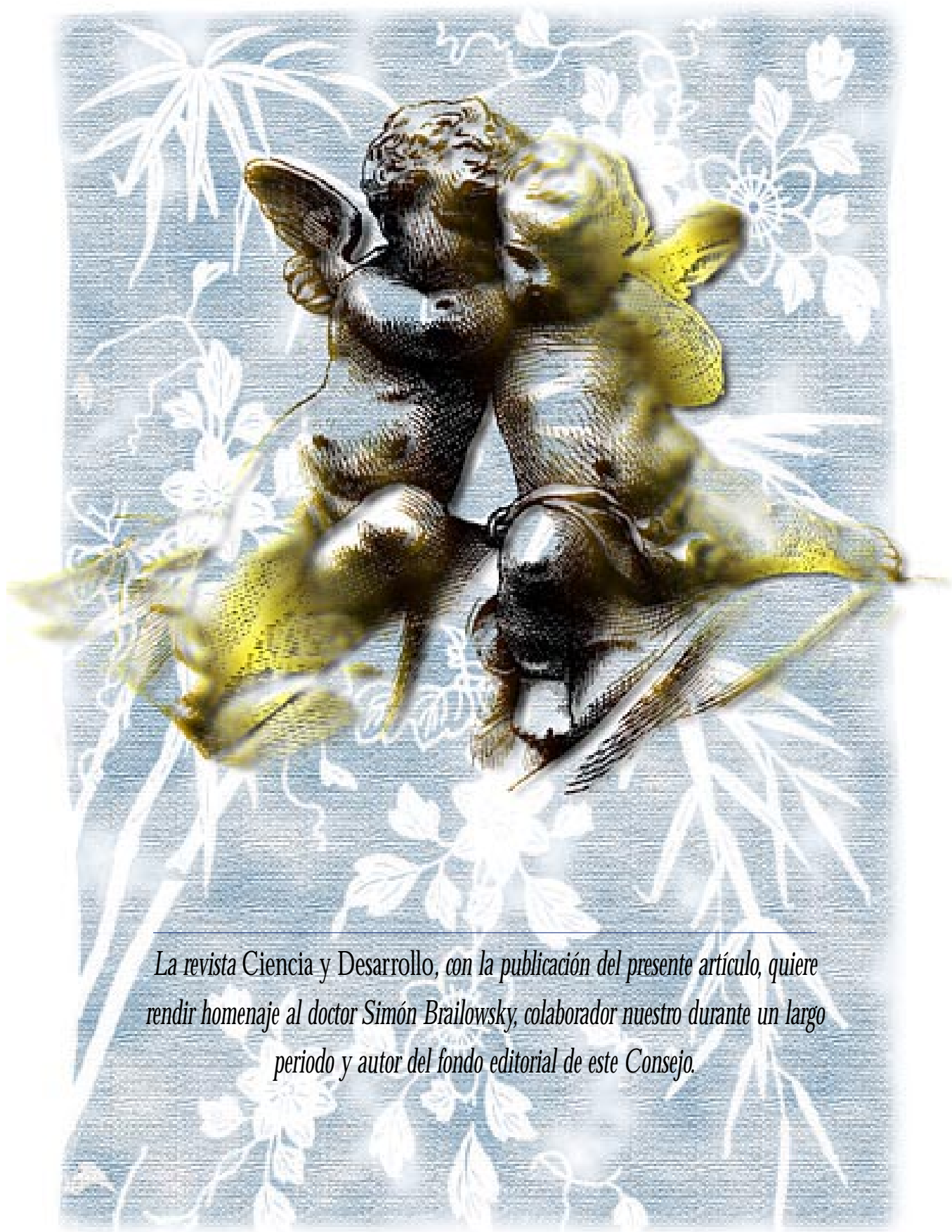
Levo 59 años de mexicano. ¿Has oído hablar de Ortega y Gasset, de *El hombre y su circunstancia*? Eso somos, la genética y el ambiente en retroalimentación cons-

tante. He tenido amigos que regresaron a España, y cuando los visito vamos al restaurante, me presentan como “el mexicano Genovés”, nos ponen a José Alfredo Jiménez y todos rompemos a llorar. De un lado en México tenemos el “Sí, cómo no”, el “ahorita”, “mañana”, “¡cómo no!”, “nos vemos”, pero en España son mucho más directos, sí o no. Cuando estoy en México, a veces añoro que me digan sí o no, y no “en la tardecita”, o “a ver si nos vemos”. No, “esta tarde voy por tu casa a las seis”. Y cuando estoy en España añoro el “sí, cómo no”. Hay una cancioncilla que dice “Ni soy de aquí ni soy de allá”; no, yo soy un español de ambas orillas, soy de aquí y soy de allá.

¿Ha buscado el liderazgo o, más bien, huye de él?

Jamás. En Acali lo cuidé, lo cuidamos mucho, pero el viaje del RA-I y el RA-II lo patrocinó el gobierno de México. De todos los que iban en la balsa yo era el único de Ciencias, conseguí el dinero, en fin, fui el super líder mientras vestíamos la balsa; pero después quedó bien claro que en ella yo era uno más. Desde el liderazgo estás condicionado. Se me convirtió en líder al final porque nos íbamos a dar en la madre contra las Carolinas, esas rocas de coral que salen de las Antillas. En esta gran balsa llamada Tierra entiendo muy bien el liderazgo.

Cuando el gran poeta García Lorca daba una conferencia se le preguntó “¿Usted para qué escribe?” Y él sencillamente respondió “Para que me quieran”. Estamos en el planeta para que nos quieran, esa es la búsqueda del poder y del liderazgo. En cuanto más gente nos vea como espejos, si lo hacemos bien, más nos van a querer. Aparte está la razón psicológica de la búsqueda del poder. Para nada he tenido esa hormiguita, a mí me gusta quedarme un poco atrás para ver, porque supongo que desde el poder es preciso actuar de determinada forma. En cambio, si no estás ahí, tienes mayor libertad. Desde el zapatero hasta el científico estamos en el mundo para dejar una huella, que dejamos biológicamente por medio de la descendencia; culturalmente Sor Juana Inés de la Cruz, San Juan y Einstein siguen viviendo. Para dejar esa huella y hacer algo que valga la pena, estando contentos con ello, hay que dar un paso hacia atrás, de lo contrario tenemos que actuar. ●



La revista Ciencia y Desarrollo, con la publicación del presente artículo, quiere rendir homenaje al doctor Simón Brailowsky, colaborador nuestro durante un largo periodo y autor del fondo editorial de este Consejo.

El sueño, al igual que otras funciones cerebrales como la respiración, la marcha o el lenguaje, está sujeto a un proceso de maduración; es decir, los mecanismos neuronales implicados en la generación y el control de los diversos componentes que constituyen el acto de dormir muestran cambios relacionados con la edad del sujeto. Es común considerar el sueño de los bebés como un estado en el que pasan la mayor parte del día, y aun cuando el sentido común nos indique que esto significa que el bebé tiene más necesidad de dormir que el adulto, ignoramos aún el por qué de ésta. El hecho de que a lo largo del primer año de vida vaya disminuyendo el tiempo total de sueño sugeriría que esta necesidad va también aminoriándose; sin embargo, gracias al desarrollo de técnicas poligráficas de registro, sabemos ahora que la fenomenología del sueño del recién nacido no sólo es diferente a la del adulto, sino que los cambios cuantitativos se acompañan de otros cualitativos. Es decir, el niño va durmiendo menos tiempo cada vez, y sus diferentes fases de sueño también van reorganizándose y consolidándose. El sueño del recién nacido debe ser evaluado mediante criterios particulares para este grupo, no aplicables al adulto, y por otra parte, conocer cómo va estableciéndose esta función compleja nos permite contar con un índice de maduración cerebral.

En este trabajo de revisión hablaremos del sueño humano, poniendo énfasis en sus aspectos electrofisiológicos, pues cada especie animal madura de manera diferente. Describiremos brevemente las características conductuales y electroencefalográficas (EEG) del sueño y la vigilia del prematuro, del recién nacido y del niño, hasta el momento en que los estados de sueño-vigilia se asemejan a los del adulto, y empezaremos con algunas nociones de la metodología utilizada en los registros poligráficos en neonatología, la cual difiere un tanto de la utilizada en el adulto. Estos detalles pueden ser de interés para el lector afín a las técnicas que nos permiten medir funciones básicas en el ser humano, por lo cual haremos una referencia al establecimiento de patrones conductuales definidos, identificables desde la vida intrauterina, pues éstos nos indican el inicio de la expresión coordinada de una serie de territorios corporales regidos por una dirección nerviosa. A continuación se describirán las características de los ritmos cerebrales a partir de la vida intrauterina, para terminar con un análisis electroclínico de los diferentes estados del

sueño, tal y como permanecerán desde el segundo año de la vida hasta la vejez.

Técnicas empleadas

Para el estudio de los diferentes estados conductuales del feto se ha utilizado el ultrasonido; mediante la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia (del orden del MHz) y la recepción de los patrones de interferencia que la señal genera a su paso por los tejidos, se obtienen imágenes dinámicas de los movimientos intrauterinos. La gran ventaja de esta técnica resulta de su carácter no invasivo y de su inocuidad para el feto, pero existen otros métodos para el registro intrauterino de la actividad eléctrica, que requieren de la colocación directa de electrodos en la cabeza del feto, y éstos se emplean sólo en casos especiales.

A partir del nacimiento se puede obtener, mediante electrodos aplicados sobre la superficie de la piel, el registro poligráfico del electroencefalograma (EEG), de la respiración, de los movimientos oculares, del tono muscular y de la respiración, variables que servirán para definir el estado de sueño o vigilia. En prematuros y recién nacidos es indispensable tomar en cuenta tanto la conducta como el registro eléctrico ya que, además de presentar características particulares de estos estadios del desarrollo, pueden existir disociaciones entre algunas de las variables fisiológicas que no se observan en el adulto –por ejemplo, un bebé puede tener los ojos abiertos y presentar, al mismo tiempo, ritmos cerebrales que corresponden al sueño.

El EEG se describe en términos de ciclos u oscilaciones por segundo (cps), con frecuencias lentas de 0.5 a 7 cps o más rápidas, de 8 a 30 cps. Usualmente, las ondas lentas son de mayor amplitud (voltaje) que los ritmos rápidos mostrados por el adulto durante la vigilia, mientras que durante el sueño aparecen ondas lentas.

El surgimiento de la conducta fetal

Una madre puede empezar a sentir los movimientos de su hijo en el primer trimestre del embarazo, aunque también pueda ser después, y mediante técnicas de ultrasonido se ha logrado estudiar la conducta fetal de



manera no invasiva y atraumática. De Vries y cols. (1982) han detectado los primeros movimientos fetales entre la séptima y octava semanas de edad gestacional (EG), es decir, a partir del momento de la fecundación, o movimientos aislados de brazos, piernas y cabeza entre la novena y la decimosegunda semanas, mientras que alrededor de la decimoprimer semana se presentan movimientos respiratorios y hacia la decimotercera y decimocuarta, actitudes semejantes al bostezo. En relación con la periodicidad de éstos, se observó que a las ocho semanas no existía tipo alguno de regularidad en su aparición, y a partir de las 14 semanas de EG se encuentran periodos de actividad en trenes o ráfagas, con otros cada vez más largos de inactividad. En otro trabajo, Birnholz (1981) mostró la presencia de movimientos oculares lentos a las 16 semanas y rápidos a las 23. Los periodos de inactividad ocular se vuelven más frecuentes después de 36 semanas y se asocian con movimientos diafragmáticos que sugieren sueño tranquilo. Más adelante nos referiremos a él con mayor amplitud.

Recordemos que fue gracias a la descripción de la ocurrencia de movimientos oculares rápidos en bebés (MOR) por Aserinsky y Kleitman en 1955 (descritos con anterioridad por Zipperling en 1913 y por Denisova y Figurin en 1926 –véanse referencias en Birnholz, 1981–) cuando la investigación sobre el sueño inició una rápida fase de desarrollo, pues se había descubierto que éste no era un estado homogéneo de inactividad y que al interior de él estaban sucediendo otras cosas.

Para poder determinar el estado de sueño o vigilia en el prematuro y el lactante es necesario considerar variables conductuales y poligráficas; entre las primeras se consideran los ojos abiertos o cerrados, los movimientos faciales (muecas, gestos) y corporales en general, y la vocalización. Las variables poligráficas incluyen el EEG, registro de los movimientos oculares, pero en el prematuro y el recién nacido es necesario utilizar un cristal piezoeléctrico como el que se usaba en las agujas de tocadisco, aplicado al párpado, y dicho cristal registrará los desplazamientos del globo ocular. Estos movimientos no se pueden detectar con el registro eléctrico –como en el adulto– ya que, a esta edad, el globo ocular no ha desarrollado aún sus características de dipolo. El ojo es como una pila –con un lado positivo y otro negativo– de la respiración nasal, torácica y abdominal (ya que suelen darse disociaciones

del ritmo respiratorio entre los diferentes músculos implicados, y esto tiene significancia diagnóstica), del tono muscular y del electrocardiograma (EKG). Se puede también registrar la temperatura y el nivel de oxígeno sanguíneo mediante el uso de transductores especiales, y en niños más grandes, es posible estudiar la respuesta galvánica de la piel (activación de glándulas sudoríparas), el índice de la actividad autonómica (simpática), y el índice de los cambios emocionales, posiblemente ligados a las ensoñaciones.

El sueño y la vigilia del prematuro

El EEG del recién nacido prematuro varía de acuerdo con su EG y, por lo tanto, con la inmadurez de su sistema nervioso central (SNC) y, en particular, con la de su corteza cerebral. La diferenciación sueño-vigilia no aparece antes de las 36 semanas de EG (Monod & Tharp, 1977), y los registros obtenidos en prematuros de 27 a 29 semanas muestran actividades variables y discontinuas, con periodos de inactividad que pueden durar hasta 60 segundos. Sobre este fondo aparecen secuencias de ondas lentas, de 0.3 a 1 cps y de gran amplitud (200-300 μ V), y se pueden observar algunos periodos breves de actividad *Theta* (4 a 6 cps).

En bebés de 30 a 31 semanas de EG, las ondas lentas se vuelven más estables, pudiendo durar por periodos de 40-60 segundos, con actividades más rápidas superpuestas. Estos periodos de ondas lentas suelen acompañarse de movimientos oculares; se trata de los primeros signos de la fase de Sueño Activo (SA) (véase cuadro 1), fase que se define mejor a las 32-34 semanas de EG, ocupando la mayor parte del registro EEG. A esta edad se empiezan a individualizar los periodos de Sueño Tranquilo (ST), que se manifiestan por una disminución en la motilidad y la desaparición de movimientos oculares. A partir de la trigésima sexta semana de EG, los dos estados de sueño (activo y tranquilo) mencionados se hallan bien individualizados, aunque el trazo EEG que les corresponde es aún diferente al del recién nacido a término.

El EEG del prematuro presenta, al igual que el del recién nacido a término, una variabilidad interindividual importante. A pesar de esta limitación, el EEG ha servido para efectuar estimaciones de la edad gestacional con precisión de \pm una semana, y de este modo servir de manera objetiva para detec-

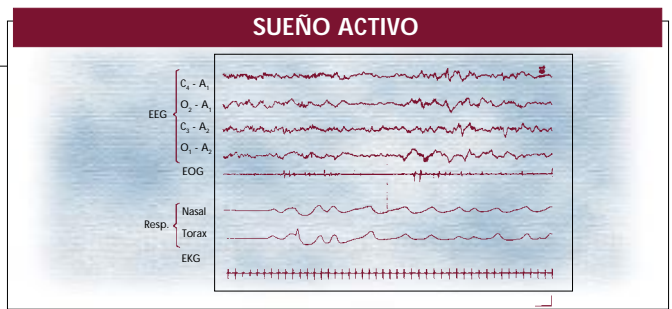


Figura 1. Registro poligráfico del Sueño Activo de un bebé de dos meses de edad. En los primeros cuatro canales, de arriba abajo, se muestra el electroencefalograma (EEG) de las regiones centrales ("C") y occipitales ("O"), referidas al oído contralateral. EOG = electro-oculograma. Resp. = respiración. EKG = electrocardiograma. Véanse criterios para la calificación de las fases del sueño en el cuadro 1.

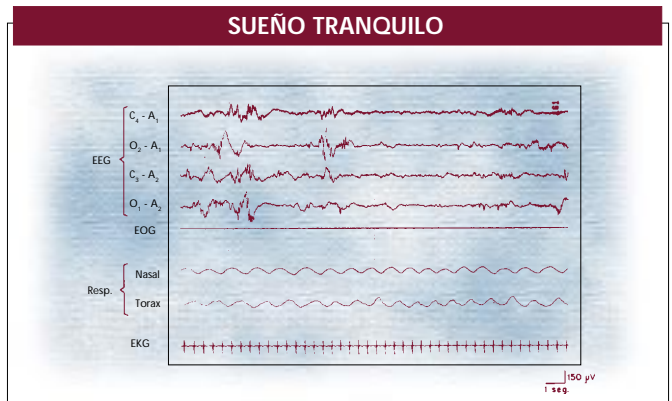


Figura 2. Registro poligráfico del Sueño Tranquilo de un bebé de dos meses de edad. Mismo montaje que en la figura 1. Véanse criterios para la calificación de las fases del sueño en el cuadro 1.

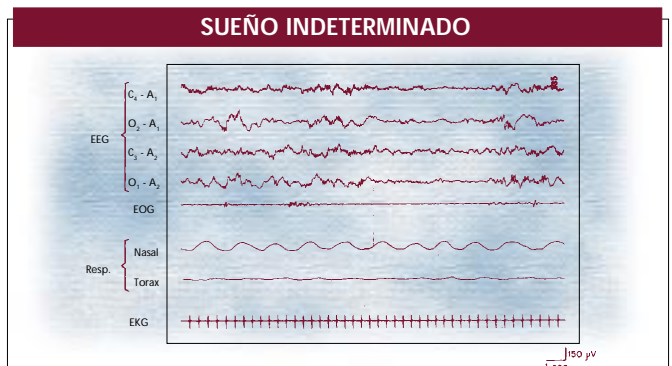


Figura 3. Registro poligráfico de la Vigilia de un bebé de dos meses de edad. Mismo montaje que en la figura 1. Véanse criterios para la calificación de las fases del sueño en el cuadro 1.

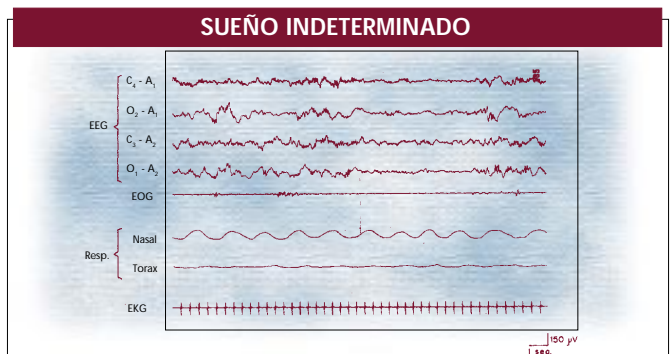


Figura 4. Registro poligráfico del Sueño Indeterminado de un bebé de dos meses de edad. Mismo montaje que en la figura 1. Véanse criterios para la calificación de las fases del sueño en el cuadro 1.

tar anomalías en el desarrollo. Precisemos que los patrones eléctricos y conductuales del prematuro continúan su maduración ex utero a un ritmo parecido al del recién nacido a término, aunque pueden existir algunas diferencias en relación con los bebés a término, mientras que los prematuros pueden presentar ciclos ultradianos (de duración inferior a un día) más largos (70 vs 53 minutos, respectivamente), mayor proporción del llamado *tracé alternant*, que se describirá después (34% vs 28%), y menor proporción de sueño activo.

En el cuadro 1 que aparece en la página 15 se resumen los principales criterios para evaluar los estadios del sueño del recién nacido (en lapsos de un minuto), que varían en su denominación y características de aquéllos del adulto. Se puede, sin embargo, establecer una relación entre el sueño MOR del adulto y la fase de SA del lactante, y entre las fases de sueño de ondas lentas y la fase de ST.

En las figuras 1 a 4 se ilustran las diferentes fases del sueño definidas en el cuadro 1.

El sueño y la vigilia en el primer año de vida

Entre el nacimiento y los seis meses de edad, el registro EEG corresponde al sueño, estado preponderante en esta etapa, ya que es infrecuente obtener registros de la vigilia con una duración prolongada. Hasta la edad de cuatro meses, el inicio del sueño se caracteriza por la lentificación y el aumento progresivo de la amplitud de los ritmos EEG de la vigilia a partir de que el bebé cierra los ojos, aunque conductualmente se puede establecer la emergencia de un ritmo circadiano (cercano a un día) a partir de la sexta semana de edad (Bamford *et al.*, 1990). Debe destacarse, sin embargo, que no podemos asumir el inicio del sueño como el momento en que el niño cierra los ojos, pues es relativamente frecuente que aun con los ojos abiertos los ritmos EEG indiquen que está dormido (Curzi-Dascalova, 1977).

A partir de los cuatro meses la somnolencia se acompaña de una lentificación (hipersincronía) de los ritmos cerebrales, la cual se vuelve más clara a los cinco o seis meses de edad. También a los cuatro meses se observa el establecimiento de ciclos de sueño tranquilo-sueño activo, entremezclados con algunas etapas de vigilia de aproximadamente 60 minutos, aunque esta periodicidad puede aparecer a edades más

CUADRO 1
CRITERIOS PARA LA CALIFICACION DE LAS FASES DE SUEÑO EN EL LACTANTE*

Clave	Criterios (épocas = 1 min.)
Sueño Activo (SA)	Ausencia de tono muscular junto y tres de los siguientes criterios: <ol style="list-style-type: none"> 1. Al menos un movimiento ocular independiente de otros movimientos corporales. 2. Variaciones del ritmo ventilatorio superiores a 25 respiraciones por minuto. 3. Pequeñas sacudidas o movimientos discretos. 4. Ausencia de husos (<i>spindles</i>) o de <i>tracé alternant</i> en el EEG.
Sueño Tranquilo (ST)	Se requiere la totalidad de los siguientes criterios: <ol style="list-style-type: none"> 1. Variaciones respiratorias inferiores a 25 por minuto 2. Ojos cerrados. Ausencia de movimientos oculares. 3. Presencia de tono muscular y, al EEG, de husos o de <i>tracé alternant</i>, o ambos.
Vigilia	Se requiere al menos uno de los siguientes criterios: <ol style="list-style-type: none"> 1. Tono muscular sostenido y periodos de actividad. 2. Ojos abiertos. 3. Variaciones respiratorias mayores de 45 por minuto. 4. Vocalización. 5. Movimientos corporales evidentes.
Sueño Indeterminado (SI)	Todos los minutos en los que no se reunieron los criterios de las otras fases, o aquellas fases que duraron menos de 30 seg. (estados transicionales).

*Modificado de Hoppenbrowers, 1987.

jóvenes (véase fig. 5). Las modificaciones de este ciclo implican en general una patología cerebral.

De manera gradual, la duración total de la fase SA va acortándose por disminución del número de episodios, sin cambios en la duración media o el intervalo medio de los mismos. De manera concomitante, el número y la duración de los episodios de ST aumentan con la edad (Hoppenbrowers, 1987) y el porcentaje de duración de la fase de Sueño Indeterminado (SI) no varía significativamente en los primeros dos meses de edad.

Los niños de uno a dos meses de edad inician la fase de SA y despiertan de ella más frecuentemente y, a partir de la novena semana, el fenómeno se invierte a favor del ST. El estudio del patrón de distribución de las fases de sueño permite contar con otro criterio de maduración del sistema nervioso central, para poder discriminar las alteraciones de éste (véase fig. 5).

En los primeros nueve meses, el número de despertares va disminuyendo; a los dos meses, el 44% de los niños duer-

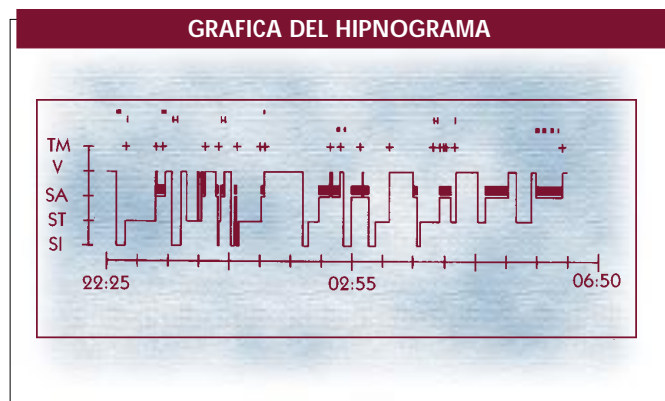


Figura 5. Gráfica de la evolución temporal de las diferentes fases del sueño (Hipnograma) en un bebé de dos meses de edad. TM = tiempo de movimientos; V = Vigilia; SA = Sueño Activo; ST = Sueño Tranquilo; SI = Sueño Indeterminado. Se indican las horas de inicio y fin del registro. Duración de las épocas = 20 seg. Nótese, particularmente en la primera mitad del registro, la ciclicidad de las fases de sueño activo, que son aproximadamente de 60 minutos.

me toda la noche, y a los nueve meses, el 78%. A partir de los tres a seis meses de edad, la duración total de SA disminuye de 30 ó 40% a cerca de 20% de la duración total del sueño. La duración total del sueño lento no se modifica de manera importante entre los seis meses y los 10 ó 13 años de edad,

etapa en la que disminuye hacia valores cercanos a los del adulto (Roffwarg *et al.*, 1966). Debe recordarse que una proporción significativa de los niños toma la siesta, pero no conocemos aún cual es la influencia de ésta en la fenomenología del sueño nocturno ni su papel preciso en la maduración cerebral. De acuerdo con Spehlmann (1981), el EEG en los primeros tres meses de vida puede mostrar cuatro patrones:

Patrón 1. Periodo de actividad discontinua de la fase de ST del prematuro, que se modifica para dar lugar al *tracé alternant* de Dreyfus-Brisac y Monod (1975), trenes de actividad lenta y amplia que se distribuyen a ambos lados del cráneo de manera simultánea, con intervalos variables (4-6 seg.) entre ellos. La duración de estos intervalos de actividad disminuida es inversamente proporcional a la EG y permite otra estimación objetiva del grado de maduración.

Patrón 2. Se asocia con el sueño activo y consiste en una actividad semicontinua de bajo voltaje, mezclada con ondas lentas de la banda delta (0.5-3 cps).

Patrón 3. Es el más común a esta edad y consiste en ritmos de la banda *Theta* (4-8 cps), de amplitud media, distribución generalizada y presente tanto en vigilia como en SA, también llamado *activité moyenne*.

Patrón 4. Este aparece en el primer trimestre de vida y se asocia con la fase de ST. Consta de actividades lentas de alto voltaje, de mayor expresión en el nivel occipital, que pueden mezclarse con episodios de actividad más rápida (18-25 cps) sobrepuesta.

No es posible identificar con claridad una fase de somnolencia, pues los cambios de ésta se suceden con gran rapidez, y será hasta los seis u ocho meses de edad cuando esta fase pueda diferenciarse, por la transición del EEG hacia ritmos más lentos y amplios, con la irrupción de periodos de actividad rítmica de alto voltaje, que pueden presentarse de manera ocasional o durar algunos minutos. Este patrón cambiará hacia los 12 años de edad al patrón del adulto. El primer año de la vida será testigo, también, del desarrollo de elementos electroencefalográficos característicos, como los husos (*spindles*) del sueño, las ondas agudas del vertex y los llamados complejos K.

Los husos de sueño consisten en trenes sinusoidales de 12-15 cps, que se distribuyen en las regiones centrales de manera asincrónica al principio y mejor organizada después. Los

husos se encuentran bien establecidos hacia las seis u ocho semanas, por lo que su ausencia en dicha edad puede indicar anormalidades. El origen de estas actividades se sitúa en el nivel de los circuitos tálamo-corticales, con el establecimiento de patrones de oscilación periódica entre núcleos locales y talámicos de proyección (por ejemplo, el núcleo reticular), tal como lo ha mostrado ampliamente el grupo de Mircea Steriade en Quebec.

Las ondas agudas del vertex u ondas V y los complejos K pueden distinguirse en algunos niños durante el periodo neonatal, aunque se describen más frecuentemente a la edad de cinco a seis meses. Las ondas V son elementos negativos de alto voltaje (hasta de 250 μ V), que se localizan en las regiones centrales y medias del cráneo durante las fases II-III del sueño lento, mientras que los complejos K consisten en ondas similares a las V, pero son precedentes o siguen a una onda positiva más lenta. Esta onda difásica puede seguirse en forma de huso y la estimulación auditiva evoca este tipo de actividades.

Los bebés pequeños duermen más que los grandes, y el sexo o el orden de nacimiento (si se trata del primer hijo, del cuarto o del segundo) no parece afectar la duración o el número de episodios del sueño, pero el patrón sí se modifica de acuerdo con la dificultad que la madre encontró para alimentar al bebé (Banford *et al.*, 1990). En un estudio más reciente (1997), Louis *et al.* (Centre Hospitalier Lyon-Sud, Francia), resumen los cambios que ocurren en el primer año de vida del siguiente modo: disminución continua del tiempo total de sueño MOR y de la fase de SI, y un aumento en la duración de la vigilia, del sueño tranquilo y de las fases uno y dos del sueño.

El sueño y la vigilia a partir del segundo año de vida

Los cambios cualitativos y cuantitativos a partir de los seis meses de edad van atenuándose, y al segundo año la consolidación de las diferentes fases de sueño se establece de la misma manera que la maduración del EEG. El tiempo total de sueño, que al nacimiento promediaba entre 17 y 18 horas, va disminuyendo gradualmente, de manera que a los 24 meses, la duración total del sueño y de la vigilia es aproximadamente la misma (12 horas). Esta duración si-



REFERENCIAS

- Bamford, F.N.; R.P. Bannister; C.M. Benjamin; V.F. Hillier; B.S. Ward, y W.M. Moore. "Sleep in the First Year of Life", *Dev. Med. Child Neurol.*, 32, 1990, pp. 718-724.
- Birnholz, J.C. "The Development of Human Fetal Eye Movement Patterns", *Science*, 213, 1981, pp. 679-681.
- Curzi-Dascalova, L. "EEG de veille et de sommeil du nourrisson normal avant 6 mois d'âge", *Rev. EEG Neurophysiol.*, 7, 1977, pp. 316-326.
- De Vries, J.I.P.; G.H.A. Visser, and H.F.R. Prechtl, "The Emergence of Fetal Behavior", *Early Human Devel.*, 7, 1982, pp. 301-322.
- Dreyfus-Brisac, C., and N. Monod. "The Electroencephalogram of Full-term and Premature Infants", en A. Remond (ed.), *Handbook of EEG and Clinical Neurophysiology*, Elsevier, Amsterdam, 1975, 6B, pp. 6-23.
- Hayes, M., y D. Mitchell "Spontaneous Movements During Sleep in Children: Temporal Organization and Changes with Age", *Dev. Psychobiol.*, 32, 1998, pp. 13-21.
- Hoppenbrowers, T. "Sleep in Infants", in C. Guilleminault (ed.), *Sleep and its Disorders in Children*, Raven Press, New York, 1987, pp. 1-15.
- Louis, J., C. Cannard, H. Bastuji, and M.J. Challamel. "Sleep Ontogenesis Revisited: a Longitudinal 24-hour Home Poligraphic Study on 15 Normal Infants During the First Two Years of Life", *Sleep* 20, 1997, pp. 323-333.
- Monod, N., and B. Thrap. "Activité électroencéphalographique normale du nouveau-né et du prématuré au cours des états de veille et de sommeil", *Rev. EEG Neurophysiol.*, 7, 1977, pp. 302-315.
- Roffwarg, H.P.; J.N. Muzio, and W.C. Dement. "Ontogenetic Development of the Human Sleep-dream Cycle", *Science*, 152, 1966, pp. 604-619.
- Spehlmann, R. *EEG primer*, Elsevier/ North/Holland, Amsterdam, 1981, 473 p.

que disminuyendo, en particular durante la noche, a expensas del tiempo de siesta, de tal modo que la duración total del sueño hacia los cuatro años de edad es de 10 a 11 horas. No será sino hasta la adolescencia cuando el sueño total se reducirá a los valores del adulto joven, es decir, de siete a ocho horas.

La distribución temporal de las fases de sueño también se modificará en el mismo sentido que durante los primeros seis meses de vida; así, el sueño lento va aumentando en la primera mitad de la noche y el sueño activo en la segunda mitad. La duración total de éste último sigue disminuyendo de un 40% del sueño total en el primer trimestre de vida, a 25 ó 30% entre los seis meses y los tres años, etapa en la que esta fase se consolida, y a partir de ese momento, los criterios de evaluación de las diferentes fases de sueño son los mismos que para el adulto. Sin embargo, existen cambios que se siguen sucediendo después, por ejemplo, se ha visto que los movimientos espontáneos que ocurren durante el sueño mues-

tran una periodicidad dominante de 60 a 120 minutos, ritmicidad que va aumentando con la edad, hasta cerca de los 11 años (Hayes y Mitchell, 1998), a medida que la actividad motora se vuelve menos robusta y más fragmentada.

Como se ha visto, las características conductuales y poligráficas del sueño en las primeras fases de la vida son extremadamente ricas y variadas, aun cuando comenzamos apenas a distinguir su complejidad gracias a la identificación de diferentes estadios de funcionamiento cerebral. Este es un paso concreto hacia la mejor comprensión del todavía misterioso fenómeno conocido como el ciclo sueño-vigilia.

Agradecimientos

El autor agradece al doctor Mario Shkurovich, del Servicio de Neurofisiología de la Clínica Hospital ABC, su ayuda para la elaboración de este capítulo y al señor Arturo Franco las ilustraciones del mismo. ●



LASERES SEMICONDUCTORES, BASADOS EN HETEROUNIONES

VIATCHESLAV MISHOURNYI, A. YU. GORBACHEV, ALFONSO LASTRAS MARTINEZ
E IVAN CESAR HERNANDEZ DEL CASTILLO

I. INTRODUCCION

En un artículo anterior, Mishournyi y col., analizaron en detalle los láseres semiconductores basados en la unión p-n. Estos dispositivos, aunque poseen una estructura relativamente simple, tienen la desventaja de que para obtener radiación coherente es necesario hacerles circular una alta densidad de corriente. En efecto, las densidades de corriente umbral para lograr la emisión estimulada en estos láseres pueden llegar a algunas decenas de kiloamperios por centímetro cuadrado, y a tan altas densidades los láseres

de unión p-n sólo pueden operar a temperaturas muy bajas, o bien en un régimen de pulsos en extremo cortos, lo que naturalmente limita sus posibilidades de aplicación.

En el año de 1963, en el Instituto Físico-Técnico A.F. Ioffe de Rusia fue propuesto por primera vez, por los físicos Zh. I. Alferovim y R.F. Kazarikovim, y realizado por Zh. I. Alferovim y sus colaboradores en 1967, un nuevo láser semiconductor para disminuir considerablemente la densidad de la corriente umbral en los láseres de unión p-n. El nuevo láser se basó en la así llamada heterounión, que se forma al poner en contacto dos materiales semiconductores de diferente composición química.

II. LA HETEROUNION Y SUS PROPIEDADES

A. Modelos de bandas y particularidades del paso de la corriente eléctrica

En una unión p-n, las brechas energéticas de los semiconductores p y n que la forman son iguales, de tal manera que, como puede apreciarse en la figura 1, las barreras energéticas para el flujo de electrones y huecos hacia uno u otro lado de la unión son también iguales. En contraste, en una heterounión, formada tal y como se mencionó líneas arriba por la unión de dos semiconductores con diferente composición química, las alturas de las barreras energéticas para electrones y huecos ΔE_c y ΔE_v serán también diferentes, puesto que las brechas de energía prohibidas de ambos semiconductores son diversas.

En las figuras 2a), b) y 2c), d) se presentan, respectivamente, los diagramas de bandas de dos heterouniones sin y con campo eléctrico aplicado. En dichas figuras se indica, con las letras mayúsculas N y P, el tipo de conductividad de los semiconductores con brecha energética mayor, mientras que las minúsculas n y p se refieren al tipo de conductividad de los semiconductores con brecha energética menor. Podemos observar que en la pareja n-P mostrada en la figura 2c), la altura de la barrera energética ΔE_c para electrones que cruzan la heterounión es mucho mayor que la correspondiente barrera ΔE_v para los huecos. Por esta razón, cuando se aplica un campo eléctrico externo a la heterounión de la figura 2c), la componente de la corriente de huecos I_p resulta mucho más amplia que la de corriente de electrones I_n ; por el contrario, en el caso de la heterounión N-p de la figura 2d), la barrera para el flujo de huecos es mucho mayor que la correspondiente al flujo de electrones, de tal manera que en este caso I_n supera con mucho a I_p . Para los semiconductores utilizados en las heteroestructuras la diferencia entre las barreras energéticas es típicamente del orden de 0.1 eV.

De lo anterior podemos deducir que, debido a estas diferencias en las barreras energéticas para electrones y huecos, al aplicar un campo eléctrico a una heterounión e inyectar portadores desde el semiconductor de brecha energética grande al de brecha energética pequeña se constituirá casi por sí misma la corriente total, al ser despreciable la inyección de portadores desde el semiconductor de brecha energética pe-

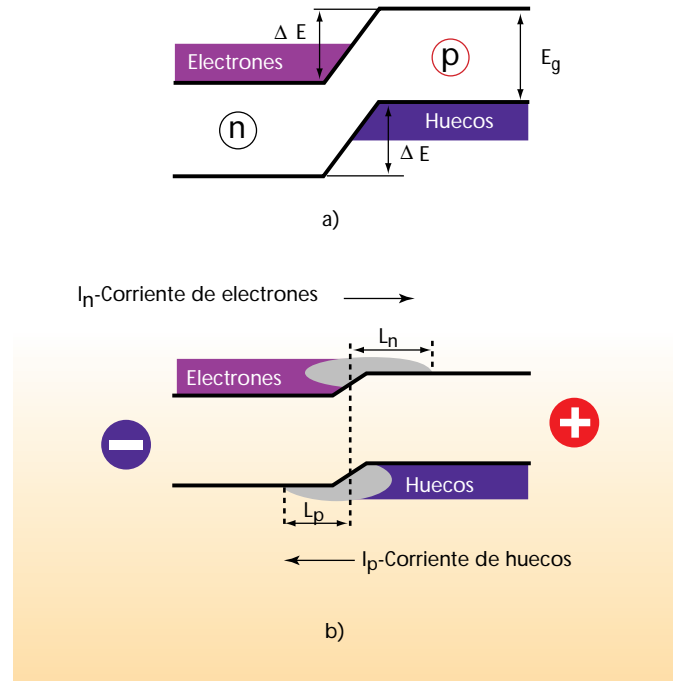


Figura 1. Diagrama de las bandas de una unión p-n: a) sin voltaje aplicado, y b) con polarización directa. E_g es la brecha energética, ΔE es la barrera de energía que tienen los electrones y los huecos al cruzar la unión hacia las regiones p y n, respectivamente.

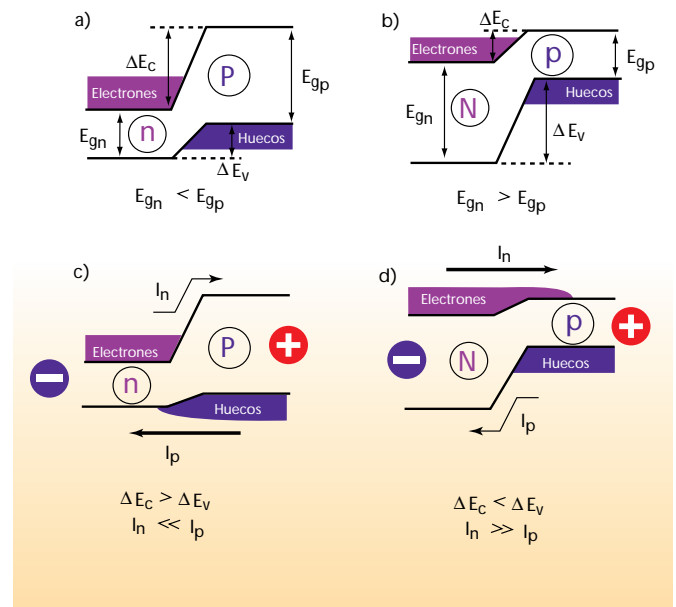


Figura 2. Diagrama de las bandas de heterouniones n-P y N-p: a) y b) sin voltaje aplicado, c) y d) con polarización directa.

queña hacia el de brecha energética grande. Esta es una de las propiedades más importantes de las heterouniones, a la cual se le denomina efecto de inyección unilateral. Además de lo anterior, las heterouniones son interesantes por una propiedad adicional, relacionada con el así llamado Efecto Ventana.

B. Efecto Ventana

Para comprender este efecto es necesario considerar primero los procesos de absorción y generación de la radiación en un semiconductor. Supongamos un semiconductor con brecha de energía E_g , sobre el cual incide la radiación con tres diferentes longitudes de onda λ , o equivalentemente con tres energías fotónicas $h\nu$ (recordemos que $h\nu = 1.24/\lambda$), y con mayor precisión, que inciden tres cuantos de radiación (fotones) de energías $h\nu_1$, $h\nu_2$, $h\nu_3$, tales que $h\nu_1 < E_g$, $h\nu_2 = E_g$ y $h\nu_3 > E_g$, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3. Es bien sabido que a temperaturas relativamente bajas la banda de valencia del semiconductor se encuentra llena de electrones, mientras que su banda de conducción está vacía. Recordemos, asimismo, que la banda de valencia y la de conducción están formadas por niveles energéticos permitidos, situados muy cerca unos de otros, en tanto que dentro de la brecha energética del semiconductor E_g dichos niveles no existen.

El proceso de absorción en este caso representa la interacción de los fotones con los electrones en la banda de valencia, y como resultado de ésta, la energía del fotón se transmite a uno de estos electrones, el cual se excita a un nivel energético más elevado. En la figura 3 se observa que si un electrón de la banda de valencia del semiconductor absorbiere un cuanto $h\nu_1$, éste se excitaría en el nivel energético 1; sin embargo, debido a que en el interior de la brecha energética no existen niveles de energía, es imposible lograr transición alguna en este caso, y en consecuencia, todos los fotones con energías $h\nu < E_g$ no serán absorbidos por el semiconductor, en otras palabras, éste será transparente para cualquier radiación $h\nu < E_g$. Por el contrario, los cuantos con energía $h\nu > E_g$ tienen suficiente energía para excitar un electrón desde la banda de valencia a la banda de conducción del semiconductor, y por lo tanto sí podrán ser absorbidos por el mismo.

No obstante lo antes mencionado, debemos señalar que

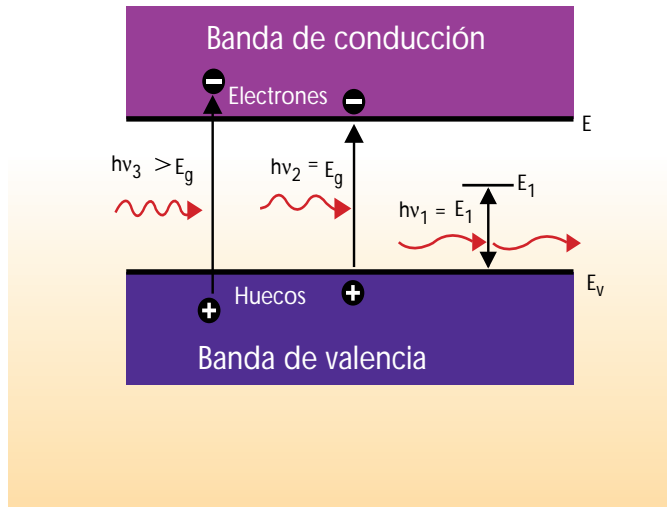


Figura 3. Diagrama esquemático de un semiconductor sobre el cual inciden tres fotones de energías $h\nu_1 < E_g$, $h\nu_2 = E_g$ y $h\nu_3 > E_g$. El diagrama ilustra el Efecto Ventana.

un semiconductor no es perfectamente transparente para $h\nu < E_g$, pues hay otros procesos de absorción de cuantos de radiación aparte de los que dan lugar a transiciones de electrones entre las bandas de valencia y de conducción. Uno de estos procesos es el de la absorción por electrones libres, en el cual la energía del cuanto de radiación es absorbida por un electrón con energía de equilibrio E_c en el fondo de la banda de conducción, excitándolo en un nivel energético más elevado dentro de la misma banda y convirtiéndolo en un electrón caliente. Los electrones calientes, así llamados porque tienen una energía mayor que la correspondiente al equilibrio térmico, después de un tiempo muy corto ceden su exceso de energía al cristal y regresan a su energía de equilibrio. Los procesos de absorción por portadores libres son obviamente más importantes entre más grande sea la concentración de impurezas, pues como se discute líneas abajo, en un láser de heteroestructura esta absorción es importante en las capas emisoras cuando éstas tienen concentraciones de impurezas mayores a $10^{18}/\text{cm}^3$.

El proceso de absorción de fotones es de carácter probabilístico. A medida que se aumenta la energía de los fotones por arriba de la brecha energética, la probabilidad de que sean absorbidos aumenta. Esto se manifiesta en un incremento del

coeficiente de absorción, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 4, en donde se ha despreciado la absorción por portadores libres.

A propósito, hacemos notar que el color de los diferentes cristales está condicionado precisamente por los procesos de absorción de la radiación. La zona del espectro de radiación sensible al ojo humano se extiende en la escala energética de 1.7 eV hasta 3.1 eV, como se puede apreciar en la figura 5, en la cual se muestra la curva de sensibilidad relativa del ojo en función de la energía del fotón $h\nu$ o de su longitud de onda λ . Como se deduce de dicha figura, el ojo humano es más sensible a la radiación con energía fotónica de 2.2 eV, en la región verde del espectro. En el intervalo de 1.7 a 1.9 eV se encuentra la región roja del mismo, mientras que a la radiación ultravioleta le corresponden energías mayores que 3.1 eV. Al considerar un semiconductor con una brecha energética de 1.9 eV, de acuerdo con lo afirmado líneas arriba, los fotones con energías $h\nu < E_g$, es decir, los que corresponden a los colores anaranjado, amarillo y verde, serán absorbidos por el mismo, y por el contrario, los cuantos con energías $h\nu > E_g$, que corresponden a la región roja del espectro pasarán por el semiconductor sin ser apreciablemente absorbidos. Como consecuencia de lo anterior, el cristal tendrá un color rojo, y en caso de que la brecha energética del semiconductor sea mayor que 1.9 eV, el color del cristal puede variar del amarillo al violeta, dependiendo del valor de E_g ; a manera de ejemplo, los cristales de GaP, con una brecha energética de 2.26 eV, tienen color amarillo.

Y bien, como resultado del proceso de absorción de un cuanto de radiación, se excita un electrón desde la banda de valencia a la banda de conducción del semiconductor, y cuando esto sucede, la banda de valencia queda descompensada por una carga positiva, a la cual hemos llamado hueco o agujero. De esta manera, podemos afirmar que el acto de absorción de un cuanto de radiación generará un par electrón-hueco, y que el proceso inverso al de generación de pares es el de recombinación de un par electrón-hueco. Este último puede ser acompañado por la emisión de un fotón con una energía que más o menos corresponde a la brecha energética del semiconductor. En ciertos semiconductores como el GaAs o el InP, dicho proceso de emisión de radiación puede ser muy eficiente, pero las condiciones que deben cumplirse para que esto

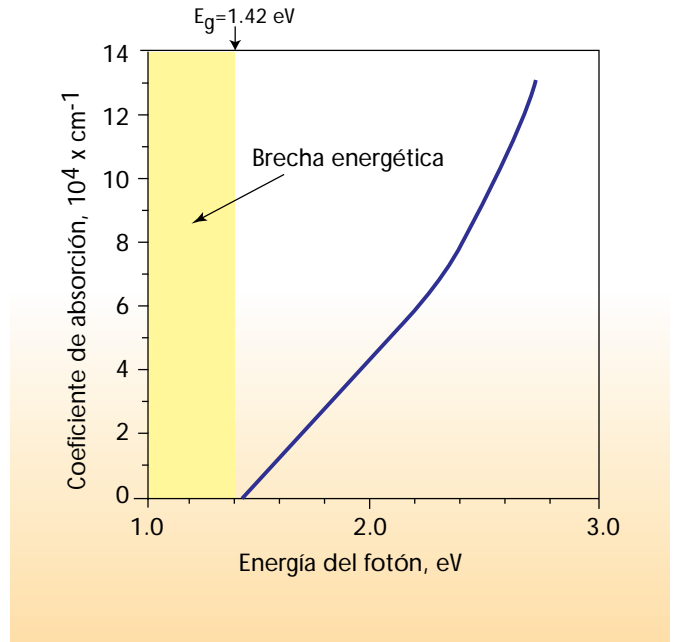


Figura 4. El coeficiente de absorción α del GaAs a temperatura ambiente en términos de la energía del fotón. Para energías por abajo de la brecha energética E_g , α disminuye considerablemente.

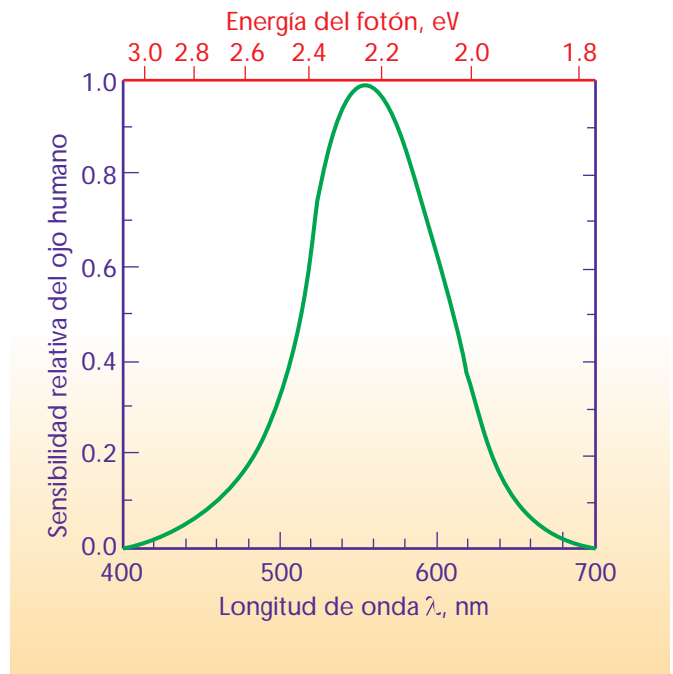


Figura 5. Sensibilidad relativa del ojo humano en función de la energía del fotón $h\nu$ y de la longitud de onda λ de la radiación visible.

suceda serán analizadas en un artículo posterior, dedicado a los materiales que se utilizan en la fabricación de diferentes láseres semiconductores. Pues bien, para que se lleve a cabo el proceso de recombinación de pares deben existir pares electrón-hueco, generados previamente por algún mecanismo, y la forma más sencilla y natural para obtener electrones y huecos al mismo tiempo es por medio de la inyección de cargas en una unión p-n.

Al inyectar electrones y huecos en ambos lados de una junta p-n polarizada de manera directa, éstos se pueden recombinar radiactivamente. En este principio están basados los diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés), y un parámetro que mide la eficiencia del LED es la eficiencia cuántica externa η_{ext} , definida como el número total de fotones emitidos por el dispositivo entre el número total de huecos y electrones inyectados en la junta p-n, siendo este último número proporcional a la corriente que se hace pasar a través del dispositivo. Otro parámetro importante para un LED es la eficiencia cuántica interna η_{int} , la cual se define como la fracción del número de pares recombinados radiactivamente, y de esta manera, η_{int} caracteriza las propiedades radiactivas del semiconductor. En algunos materiales, como el GaAs y el InP, la eficiencia cuántica interna puede alcanzar valores cercanos a la unidad. La eficiencia cuántica externa, por otro lado, está determinada por la construcción y la geometría del LED, y depende de la forma como los cuantos de radiación sean extraídos del interior del dispositivo. Para entender esto, consideremos que los pares electrón-hueco, recombinados radiactivamente en la vecindad de la unión p-n, generan fotones con energías cercanas al de la brecha energética del semiconductor, y de esta manera, a medida que se desplazan en el cristal rumbo a la superficie del LED tienen cierta probabilidad de ser absorbidos, creando así un nuevo par electrón-hueco. Este proceso recibe el nombre de autoabsorción y es la causa de que η_{int} difiera grandemente de η_{ext} , de modo que aun cuando η_{int} sea cercana al 100%, η_{ext} no superará las pocas unidades porcentuales en un LED basado en una homounión p-n.

Esta circunstancia puede ser superada en gran medida en un LED basado en una heterounión. En efecto, consideremos la heterounión mostrada en la figura 2c), en la que los huecos se inyectan al semiconductor tipo n, generando, al recombinarse

radiactivamente, un fotón con energía $h\nu$ cercana a la brecha energética E_{gn} , ya que $E_{gp} > E_{gn}$ el fotón generado puede viajar a través de la región tipo p sin ser absorbido de manera apreciable. Precisamente en esto consiste el efecto de “ventana de banda ancha” característica de las heterouniones, que en los LED basados en ellas η_{ext} puede alcanzar valores cercanos al 50%, gracias a que la radiación generada en la vecindad de la heterounión suele llegar a la superficie del dispositivo sin ser absorbida. De esta manera, el empleo de heterouniones permite mejorar en forma considerable la eficiencia de un LED.

III. LA HETEROESTRUCTURA DOBLE

El diagrama de bandas de un láser basado en una heterounión se muestra en la figura 6, en la cual se indican con letras mayúsculas los emisores de electrones y huecos que tienen una brecha energética mayor a la de la región activa del láser. Dicha región, por otro lado, se indica con $n(p)$ a fin de considerar el caso general en el que pueda tener conductividad tanto el tipo n como el tipo p. Al aplicar una polarización directa a esta heteroestructura doble, algunos electrones son inyectados a la región activa desde el emisor N, mientras que algunos huecos lo son desde el emisor P, y cuando esto sucede, la heterounión $n(p)$ -P constituye una barrera para los electrones inyectados, confinándolos a la región activa del láser en caso de que su longitud de difusión sea mucho mayor que el ancho d de la misma. Algo similar ocurre con los huecos inyectados, los cuales pueden ser confinados por la heterounión $n(p)$ -N si se da la condición $d \ll L_n, L_p$. La región activa de una heteroestructura doble constituye un pozo de potencial para electrones y huecos.

Así pues, los emisores de brecha energética grande, además de crear condiciones para la inyección efectiva de portadores de carga a la región activa del láser, dan lugar a barreras de potencial que constriñen a los portadores inyectados a permanecer dentro de los límites de la misma. Si comparamos un láser basado en una homounión p-n con otro de heteroestructura doble podemos observar que en el primer caso sólo una parte de los portadores de carga inyectados van a dar a la región de amplificación del dispositivo, mientras que

en el segundo caso todos los portadores de carga inyectados participan en la generación de radiación coherente. Esto es, el heteroláser aprovecha al máximo los portadores inyectados a su región activa para lograr el estado de inversión de población.

Además de lo anterior, el heteroláser tiene otra ventaja muy importante frente al de homounión. Esta ventaja está relacionada con el hecho de que los emisores N y P tienen un índice de refracción menor que el de la región activa del láser, la cual, como se mencionó con anterioridad, posee una brecha energética menor que la de dichos emisores. En efecto, como es bien conocido, la luz que viaja en un medio con índice de refracción n_1 puede experimentar una reflexión total al incidir sobre una interfaz con un medio de índice de refracción n_2 tal que $n_1 > n_2$, si el ángulo de incidencia es mayor que un cierto ángulo crítico. De esta manera, en una heteroestructura doble, la región activa y los dos emisores forman una guía de onda altamente efectiva, y asimismo podemos decir que, en un heteroláser, la zona de inversión de población y la de propagación de la radiación óptica coinciden completamente, mientras que en un láser de homounión parte de la radiación óptica generada por la inyección de portadores se propaga fuera de la región activa, donde el coeficiente de absorción es positivo. En resumen, las mayores ventajas de los heteroláseres frente a los láseres de homounión son: 1) aprovechar en forma óptima los portadores de carga inyectados a la región activa para generar la radiación, y 2) reducir las pérdidas mediante el confinamiento óptico.

La utilización de heterouniones para la fabricación de láseres semiconductores permitió bajar la corriente de umbral para la generación de radiación coherente hasta valores del orden de 1 kA/cm^2 , lo que a su vez facilitó su operación en forma continua a temperatura ambiente. Las investigaciones con los primeros láseres de este tipo demostraron que al decrecer el espesor de la región activa, la corriente de umbral disminuye en forma concurrente. Sin embargo, cuando este espesor alcanza valores $d = 0.2\text{-}0.3 \text{ }\mu\text{m}$, la corriente de umbral, lejos de disminuir con d , aumenta bruscamente. La explicación de este comportamiento es como sigue. Al disminuir el espesor de la región activa será necesario inyectar menos portadores de carga, con objeto de alcanzar el nivel necesario para lograr la inversión de población; de esta manera, la corriente de um-

bral disminuirá con d . Sin embargo, para espesores muy pequeños, del orden de $0.1\text{-}0.2 \text{ }\mu\text{m}$, la onda luminosa ya no puede contenerse dentro de los límites de la región activa, penetrando una cierta distancia en los emisores pasivos adyacentes. Por otro lado, para tener una inyección efectiva de portadores, los emisores N y P deben estar fuertemente dopados, de tal modo que en dichos emisores existen grandes concentraciones de electrones y huecos libres que pueden absorber los cuantos de radiación, como se discutió líneas arriba. La absorción de fotones en los emisores contribuye a aumentar las pérdidas y por consecuencia conduce a un incremento de la corriente de umbral del láser. Así, para la heteroestructura doble existe un espesor óptimo del orden de $0.2\text{-}0.3 \text{ }\mu\text{m}$, de tal manera que si disminuye este espesor la corriente de umbral aumentará. La dependencia de esta corriente de umbral en función de d para un láser de heteroestructura doble se muestra esquemáticamente en la figura 7.

IV. LA HETEROESTRUCTURA CON CONFINAMIENTOS ELECTRONICOS Y OPTICOS SEPARADOS

Un refinamiento del láser de doble heteroestructura, estudiado en la sección anterior, son los confinamientos electrónico y óptico separados que se muestran en la figura 8, donde al igual que para el láser de la figura 6, los símbolos N y P indican los emisores de portadores de carga, los cuales tienen brechas energéticas mayores que la de la región activa. Sin embargo, a diferencia del láser de heteroestructura doble, la región activa del que aparece en la figura 8 consta no de una sino de tres capas, denotadas por 2, 3, y 4. Estas tres capas forman un pozo de potencial para electrones y huecos, confinando a los portadores inyectados en la región 3, la cual tiene una brecha energética menor que la de las regiones 2 y 4. El espesor de la región 3 puede ser reducido hasta valores inferiores a los 100 \AA , de tal manera que para alcanzar la inversión de población se necesitan menos portadores de carga que en un láser de heteroestructura doble, y por consiguiente una corriente de bombeo menor. Para ilustrar lo anterior consideremos la analogía entre la concentración de portadores y huecos en un pozo de potencial y el nivel del agua en un recipiente, y supongamos que la inversión de población es equivalente a llenar dicho recipiente

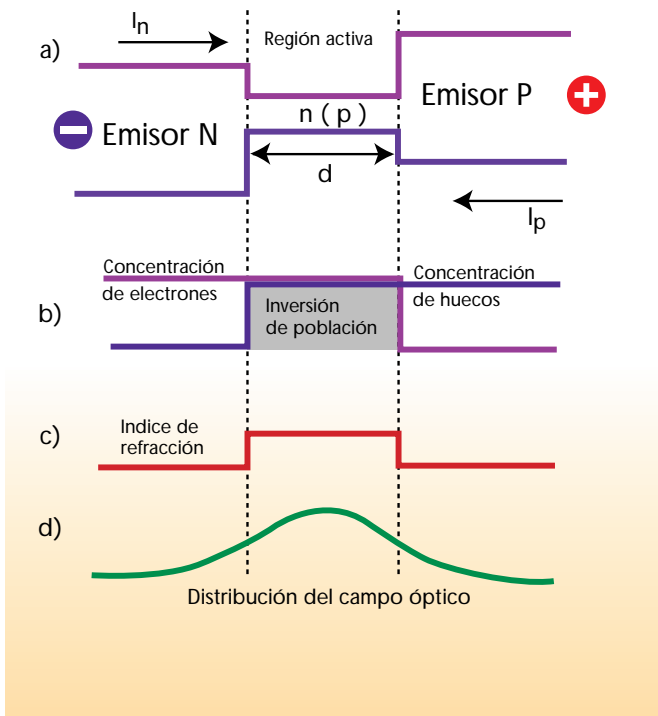


Figura 6. Láser de doble heterounión: a) diagrama de bandas; b) perfiles de concentración de portadores de carga; c) perfil del índice de refracción, y d) distribución de radiación óptica.

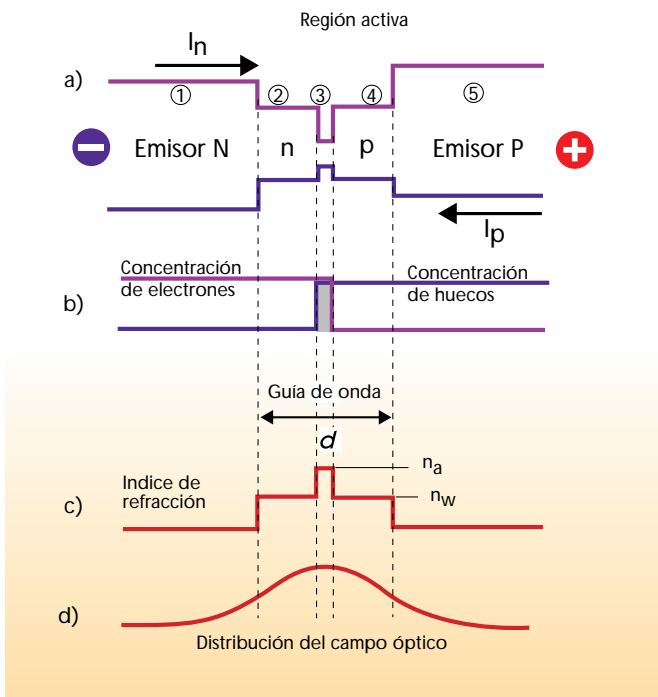


Figura 7. Diagrama esquemático de la densidad de corriente de umbral para generar radiación coherente para un láser de heteroestructura doble y para otro con confinamiento óptico y electrónico separados.

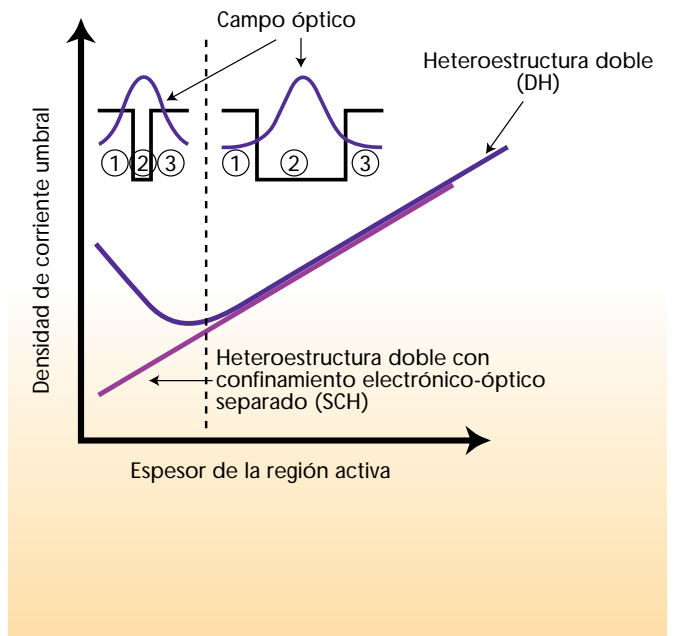
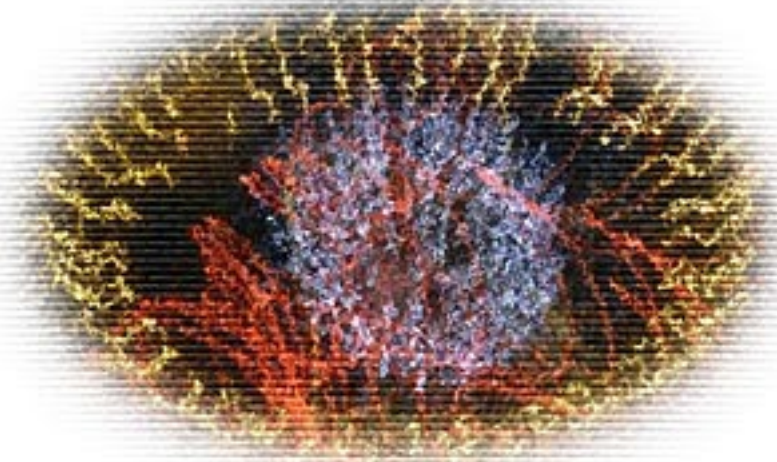


Figura 8. Láser con confinamiento electrónico-óptico separado: a) diagrama de bandas; b) perfiles de la concentración de portadores; c) perfil del índice de refracción, y d) distribución de la radiación óptica.

hasta determinado nivel. Obviamente, para lograr esto último será necesaria menos agua en cuanto más angosto sea el recipiente.

En un láser con confinamiento separado, la región en que se localizan los portadores de carga puede ser mucho más angosta que en el caso de un láser de doble heteroestructura, con la consecuencia de que el campo óptico desborda dicha región, penetrando hacia las capas 2 y 4. No obstante, debido a que la brecha energética de dichas capas es mayor que la de la región 3, y debido también a que sus niveles de impurificación son relativamente bajos, no hay pérdidas por absorción. Por otro lado, a causa del cambio brusco en el índice de refracción entre los emisores N y P y las capas pasivas, el campo óptico se localiza dentro de las regiones 2, 3 y 4. El perfil del índice de refracción en la región con inversión de población y la distribución del campo óptico están ilustrados en la figura 8, y comparando las figuras 6 y 8 podemos observar que mientras en un láser de heteroestructura doble las regiones de inversión de población y de localización del campo óptico coinciden, en el de confinamientos óptico y electrónico separados el campo óptico está confinado por los emisores N y P en las regiones 2, 3 y 4, mientras que los portadores de carga se localizan en la región 3, con la menor bre-



cha energética. Precisamente por esta característica, a la estructura presentada en la figura 8 se le llama láser con confinamientos electrónico y óptico separados. En un láser de este tipo, la densidad de la corriente de umbral para generar la radiación coherente ha logrado reducirse hasta magnitudes entre 50 y 100 A/cm² y obtener potencias ópticas de varios vatios en un régimen continuo.

V. CONCLUSIONES

En la actualidad, muchos laboratorios y empresas emplean diferentes procesos tecnológicos para fabricar e investigar láseres semiconductores con los más diversos diseños. Entre éstos, los que utilizan el principio de confinamientos óptico y electrónico separados son los que han alcanzado los valores de corriente de umbral más bajos. Los láseres modernos se fabrican a base de heteroestructuras de decenas e incluso centenas de capas de diferente composición química, cuyo espesor en algunos casos es de unas cuantas decenas de angstrom.

En este artículo, los autores trataron de describir en la medida de lo posible y en forma simple los principios de funcionamiento de las actuales fuentes semiconductoras de radiación coherente. Se prefirió un tratamiento simplificado sobre otro detallado con objeto de hacer accesible el texto a un número más amplio de lectores. Naturalmente, no todos los aspectos físicos del principio de funcionamiento de estos dispositivos pueden ser explicados en términos sencillos, y así, fueron omitidos en nuestra discusión importantes aspectos de la electrónica cuántica y de la física del estado sólido, a fin de conservar la sencillez de la exposición, motivo por lo cual pedimos disculpas a los lectores más exigentes.

En el presente artículo no se tocaron temas muy importantes y, desde nuestro punto de vista, muy interesantes de los láseres semiconductores, relacionados con la tecnología para el crecimiento de cristales y la destinada a la fabricación de los láseres semiconductores. Esperamos llenar este espacio en un futuro no muy lejano.

Agradecimiento

Los autores expresamos nuestro reconocimiento al Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, lugar donde laboramos, por el apoyo que se nos ha brindado para el buen desempeño de nuestro trabajo. ●

BIBLIOGRAFIA

- 1 Casey, H.C., y M.B. Panish. *Heterostructure Lasers*, New York, 1978, Academic Press, Inc.
- 2 Kressel, Henry, y J.K. Butler. *Semiconductors Lasers and Heterojunctions LEDs*, San Diego, California, 1994, Academic Press, Inc.
- 3 Hernández del Castillo, Iván César; V.A. Mishournyi; I.E. Berichev; A.Y. Gorbachev; Ma. Isabel Libreros y Griselda Rodríguez Pedroza, Segunda Conferencia de Ingeniería Eléctrica, Cinvestav, IPN, 1996, pp. DS-II-1.
- 4 Mckeelvey, J.P. *Física del estado sólido y de semiconductores*, México, 1989, Editorial Limusa.
- 5 Milnes, A.G., y D.L. Feucht. *Heterojunctions and Metal-Semiconductor Junctions*, New York, 1972, Academic Press.



LA MICROBIOLOGIA DE LOS MANGLARES

Bosques en la frontera entre el mar y la tierra

GINA HOLGUIN, YOAV BASHAN, RENATO A. MENDOZA SALGADO,
EDGAR AMADOR, GERARDO TOLEDO, PATRICIA VAZQUEZ Y ALEJANDRO AMADOR

El nombre de manglar proviene de la palabra mangle, árbol que resulta el principal constituyente de su ecosistema. Los ecosistemas de manglar cubren aproximadamente el 60 ó 75% de la línea costera mundial (véase fig. 1) y, como se observa en el mapa, su distribución está limitada a aquellas zonas tropicales y subtropicales del mundo. Brasil, Indonesia y Australia son los países con mayor abundancia de manglares, ocupando México el sexto lugar con 6 600 km² (Flores Verdugo, 1989). Existen alrededor de 70 especies diferentes de árboles de mangle y éstos pertenecen a las distintas familias botánicas conocidas en el mundo (Tomlinson, 1986). En México se pueden encontrar cuatro especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (Flores Verdugo, 1989).



Figura 1. El área encerrada dentro de las líneas corresponde a las zonas donde se distribuyen los manglares.

Los mangles generalmente colonizan cuerpos de agua, costeros, semicerrados y someros, donde existe protección contra la acción de olas, vientos fuertes y mareas. En algunos casos estos cuerpos de agua costeros y semicerrados están localizados en estuarios, donde las aguas de mar y ríos se mezclan. Sin embargo, en ocasiones los árboles de mangle crecen en agua de mar totalmente pura, la cual no ha sido diluida con agua dulce de origen continental (Por, 1984). Las raíces del mangle, además de servir de anclaje y sostén al mismo, atrapan el sedimento de origen terrestre y marino, permitiendo la acumulación de sedimento y la colonización de más plantas. Eventualmente, en el manglar se genera una gruesa capa de lodo, rica en materia orgánica y carente de oxígeno.

Al ser los mangles plantas de origen terrestre han sufrido adaptaciones que les han permitido desarrollarse en agua de mar y respirar en suelos anegados; una interesante adaptación son las raíces aéreas (véase fig. 2) que les permiten aprovechar el oxígeno. Algunas especies resuelven el problema de las sales existentes en el agua marina, mediante las glándulas de sal presentes en sus hojas, pues a través de ellas exudan dichas sales, mientras que otras cuentan con un mecanismo en sus raíces, por medio del cual absorben el agua, obstruyendo el paso de las sales (Clough, 1982).

El mangle tira hojas a una tasa excepcionalmente alta en relación con otras plantas –alrededor de 1 000 g peso seco/ $m^2/año$ – (Flores Verdugo *et al.*, 1987-1990). Estas hojas, después de sufrir autólisis y descomposición por bacterias y hongos, se convierten en detritus (partículas de materia orgánica en descomposición), el cual es rico en contenido calórico, proteico y carga microbiana (Espinosa *et al.*, 1981), además de fuente de alimentación para muchos de los organismos que habitan en un manglar (Robertson y Duke, 1987). Algunos de



Figura 2. A) Raíces aéreas o pneumatóforos del mangle negro *Avicennia germinans*; nótese que éstas cubren una gran parte de la superficie del suelo. B) Raíces aéreas del mangle rojo *Rhizophora mangle* que nacen de las ramas; obsérvese la colonización masiva por ostiones.

estos organismos detritívoros pertenecen a especies de gran importancia comercial, como el camarón, el callo de hacha, la pata de mula, los ostiones, los mejillones y muchos otros (Yáñez Arancibia *et al.*, 1988), pero a su vez sirven de alimento a peces también de importancia pesquera, tales como juveniles de pargos, robalos y corvinas. Como se puede apreciar, el detritus producido por la descomposición de las hojas de mangle sostiene una cadena alimenticia muy extensa, y aunque muchos organismos asociados al manglar no son detritívoros por sí mismos se benefician indirectamente de la cadena alimenticia basada en este ingrediente. El detritus no sólo sirve de alimento a los habitantes del manglar, ya que cerca del 25% del material detritico es transportado a mar abierto por efecto



Figura 3. Manglar de Balandra, B.C.S., 25 km al norte de La Paz. Nótese la laguna interna dentro del manglar, presente en la mayoría de estos ecosistemas.

de las mareas, constituyendo, así, asilos y ecosistemas exportadores de nutrientes (Clough, 1982).

Los manglares de las costas mexicanas del Pacífico Sur se localizan por lo general en estuarios, donde el flujo constante de nutrientes continentales a través de los ríos y la lluvia que reciben estos manglares, así como las temperaturas por arriba de los 20°C, permiten el desarrollo de árboles de mangle grandes y frondosos. En cambio, el estado de Baja California Sur cuenta con manglares que se caracterizan por tener árboles pequeños (véase fig. 3), y ello se debe parcialmente a que éstos crecen en aguas netamente marinas e invierten una gran cantidad de energía en la regulación de las sales presentes en ellas, además de que el aporte de nutrientes por vía terrestre de estos ecosistemas es casi nulo, ya que se localizan en áreas semidesérticas de escasa lluvia. A pesar de la ausencia del aporte de nutrientes por vía terrestre, los manglares de Baja California Sur se ven saludables, frondosos y espesos, sin mostrar deficiencias nutricionales. Esta observación, confirmada con análisis cuantitativos de la concentración de fósforo y nitrógeno disponible en las aguas del manglar, nos obligó a hacernos la siguiente pregunta: ¿de dónde obtienen sus nutrientes los árboles de mangle?

El nitrógeno y el fósforo son esenciales para todas las plantas. Los ecosistemas de manglar en zonas desérticas resultan generalmente deficientes en estos dos elementos y, sin embargo, son altamente productivos (Alongi *et al.*, 1993). La comunidad de manglar de la Laguna de Balandra (B.C.S.) no muestra señales de deficiencia en nitrógeno o fósforo, paradoja que puede explicarse por un reciclamiento muy eficiente dentro del ecosistema, que retiene los escasos nutrientes

en el manglar y es llevado a cabo por diversos microorganismos.

Se ha encontrado que la productividad bacteriana es responsable de la mayor parte del flujo de carbono en sedimentos del manglar de zonas tropicales. En los de la Australia tropical, las bacterias constituyeron el 91% de la biomasa microbiana total, constituyendo las algas y protozoarios sólo el 7% y el 2%, respectivamente (Alongi y Sasekumar, 1992). Al igual que ocurre en comunidades de pas-

tos marinos, se cree que las sustancias alimenticias exudadas por las raíces de los árboles de mangle sirven de alimento y son fuente de energía para la actividad bacteriana presente en los sedimentos del manglar (Alongi *et al.*, 1993). Existe evidencia para proponer que se da una estrecha asociación microbio-nutriente-planta, la cual funciona como mecanismo para conservar los escasos nutrientes del ecosistema, necesarios para el desarrollo y mantenimiento de estos bosques. En suma, consideramos que la actividad microbiana en sedimentos y asociada a raíces de mangles sostiene los ecosistemas del manglar.

¿Cómo obtienen nitrógeno los mangles?

La fijación de nitrógeno atmosférico (la conversión de N_2 a NH_3) por actividad biológica es abundante en ecosistemas de manglar (Zuberer y Silver, 1978), pues ésta se ha detectado asociada a las hojas y raíces en proceso de descomposición, a la corteza de árboles de mangle, a la rizosfera (volumen bajo la influencia de las raíces), sedimentos y raíces aéreas. Es probable que la fijación de nitrógeno, mediada por bacterias asociadas a las raíces, así como por cianobacterias colonizadoras de raíces aéreas, aporte nitrógeno a los mangles, desempeñando así un papel importante en el mantenimiento y desarrollo de este ecosistema.

Nuestro grupo de investigación ha logrado aislar a partir de las raíces del mangle negro *Avicennia germinans* y del mangle blanco *Laguncularia racemosa*, cinco cepas nuevas de bacterias fijadoras de nitrógeno (Holguín *et al.*, 1992; Amador, resultados no publicados), de las que hemos identificado tres: *Listonella anguillarum*, *Vibrio campbellii*, y *Pseudomo-*

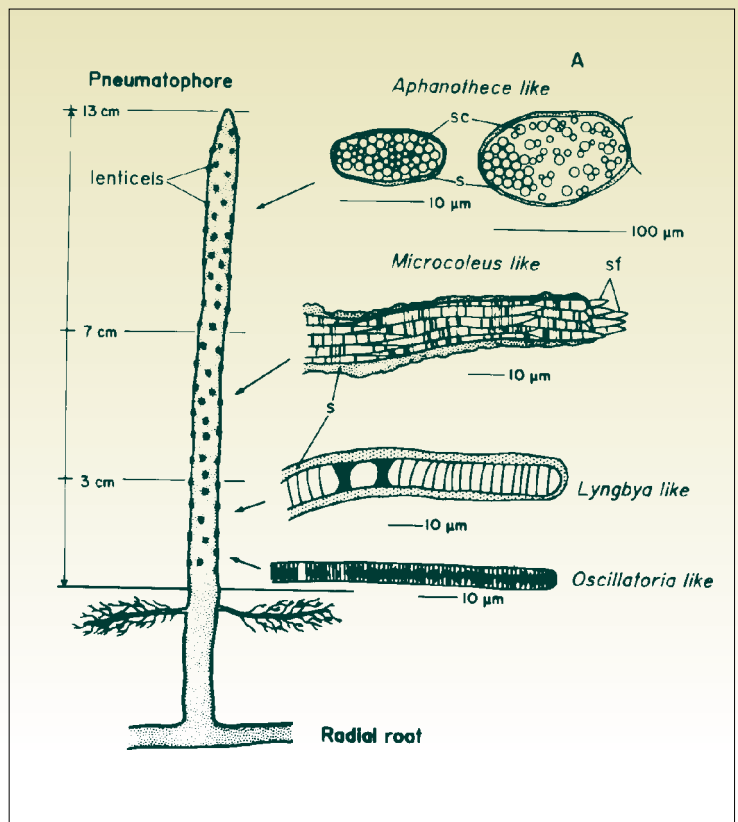


Figura 4. Representación esquemática de una raíz aérea o pneumatóforo del mangle negro, colonizado por diferentes tipos de cianobacterias. Esta figura fue originalmente publicada en la revista Canadian Journal of Microbiology y se presenta con autorización de la casa editorial.

nas alcaligenes. Una evaluación de la comunidad de cianobacterias asociadas a las raíces aéreas (pneumatóforos) del mangle negro permitió localizar los sitios de colonización preferidos por diferentes grupos bacterianos (véase fig. 4). Las cianobacterias filamentosas como *lyngbya* sp. y *Oscillatoria* sp. colonizaron principalmente la parte inferior de la raíz aérea; en la parte media dominaron las cianobacterias filamentosas como *Microcoleus* sp., mientras que las cocoidales como *Aphanoteche* sp. mostraron preferencia por colonizar la parte superior de los pneumatóforos. De esta comunidad se lograron aislar dos cepas de cianobacterias, y al evaluar su capacidad para fijar nitrógeno se encontró que ésta es similar a la de otras bacterias marinas fijadoras del mismo (10^{-6} nanomoles de etileno/célula/24 h). Hemos observado, al igual que otros autores (Lindberg y Granhall, 1984), que la fijación de nitrógeno disminuye significativamente durante el proceso de purificación de las cepas; una explicación posible de este fenómeno puede ser la necesaria interacción de los diferentes grupos bacterianos para que la fijación de nitrógeno sea factible. Se obtuvo evidencia que apoya esta hipótesis, al demostrar que la asociación de *Staphylococcus* sp. (bacteria aislada de las raíces de mangle e incapaz de fijar nitrógeno) con la bacteria diazotrófica *L. anguillarum* incrementó la tasa de fijación de esta última (Holguín *et al.*, 1992). La bacteria *Staphylococcus* sp. aumentó también la fijación de nitrógeno de

la bacteria terrestre *Azospirillum brasilense* Cd, que es utilizada para promover el crecimiento de plantas de importancia agrícola (Holguín y Bashan, 1996). Se logró medir *in situ* la fijación de nitrógeno de las cianobacterias asociadas con raíces aéreas de mangle (véanse figs. 5A y B) en el transcurso de un año, encontrándose los niveles más altos en el verano (600 nmol etileno/Ng clorofila a/pneumatóforo/24h) y los más bajos durante otoño e invierno (70 nmol etileno/Ng clorofila a/pneumatóforo/24h) (Toledo *et al.*, 1995a). Al inocular la cianobacteria *Microcoleus* sp. en plántulas de mangle germinadas en el laboratorio se observó que, después de seis días de incubación, las raíces de las plantas estaban completamente colonizadas por *Microcoleus* sp. (véanse figs. 6A y B) (Toledo *et al.*, 1995b), y al analizar la concentración total de nitrógeno en las plántulas se encontró que las inoculadas contenían más nitrógeno que las no inoculadas. Estudios posteriores con N^{15} demostraron que la planta asimila en sus tejidos el nitrógeno fijado por *Microcoleus* (Bashan *et al.*, 1988) (véase cuadro 1), y en cuanto a las cianobacterias, se encontró que al asociarse con las plántulas fijaban más nitrógeno (Toledo *et al.*, 1995b), lo cual implica que la interacción de cianobacterias y plántulas de mangle es mutuamente benéfica y sugiere la utilización de las primeras como inoculantes para una futura reforestación y rehabilitación de las zonas de manglar, parcial o del todo destruidas.

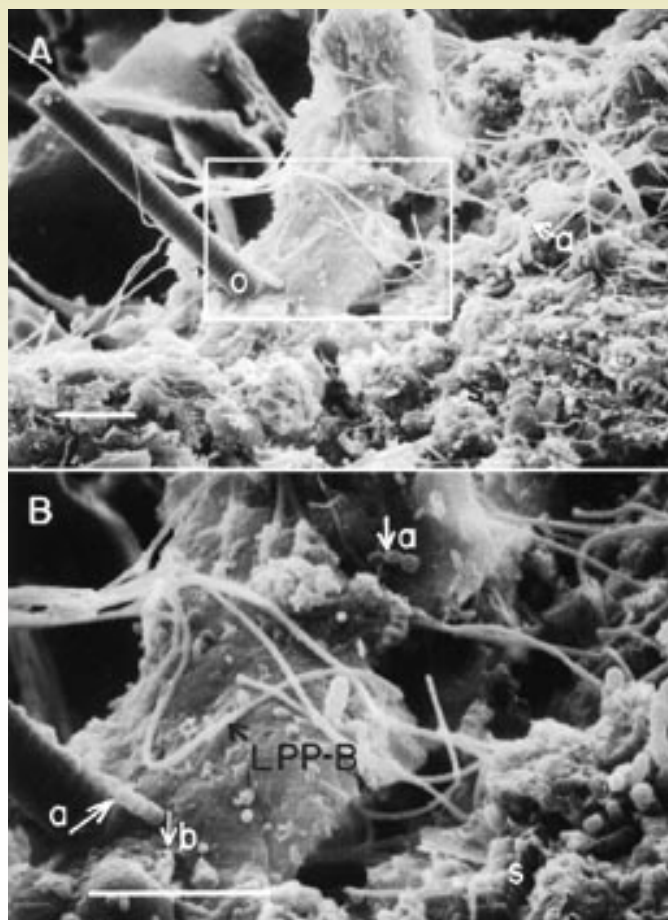


Figura 5. A) Microscopía electrónica que muestra la colonización de raíces aéreas por microorganismos. O, Oscillatoria; A, Anabaena; LPP-B, cianobacterias filamentosas; b, bacterias; s, superficie del pneumatóforo. B) Amplificación de área marcada en A. La barra blanca equivale a 10 micras. Esta figura fue originalmente publicada en la revista Canadian Journal of Microbiology y se presenta con el consentimiento de la casa editorial.

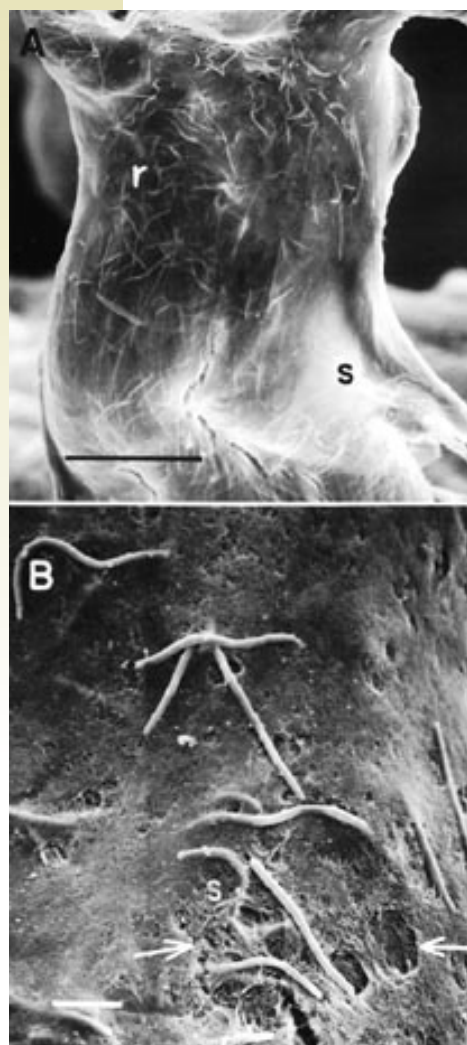


Figura 6. A) Colonización de raíces de plántulas de mangle negro por cianobacterias inoculadas artificialmente. Filamentos de cianobacterias embebidos en una biocapa de mucilago que cubre las raíces de la plántula. B) Amplificación de A. Los filamentos corresponden a cianobacterias. S, mucilago; r, raíz. Las flechas muestran que el mucilago está compuesto por varias capas. Las barras equivalen a 100 micras (A) y 10 micras (B). Parte de esta figura fue originalmente publicada en la revista Canadian Journal of Microbiology y se presenta con la autorización de la casa editorial.

Cuadro 1

Concentración total de nitrógeno e incorporación de ^{15}N en hojas y raíces en plántulas de mangle negro, inoculadas con la cianobacteria *Microcoleus* sp.

Parte de la planta	% N		^{15}N (%)	
	No inoculadas	Inoculadas	No inoculadas	Inoculadas
Hojas	1.4 b	3.0 a	5.89 a	9.98 b
Raíces	1.3 a	1.43 a	3.32 a	12.26 b

Para cada par de números dentro de cada categoría de nitrógeno y en cada parte de la planta, la denotación con letra distinta indica una diferencia estadísticamente significativa a $P \leq 0.05$.



Figura 7. Solubilización de fosfato, mediada por bacterias presentes en raíces de mangle. A la derecha se muestra el medio de cultivo opaco donde no hubo solubilización de fosfato; en cambio, a la izquierda se muestra el medio de cultivo transparente, indicando que sí hubo solubilización.

¿Cómo obtienen fósforo los árboles de mangle?

La abundancia de cationes en aguas marinas provoca la precipitación del fósforo del agua intersticial del manglar, que se deposita en sedimentos e imposibilita su absorción por parte de las plantas. Los depósitos de roca fosfórica son comunes en toda la península de Baja California; sin embargo, para ser asimilable por las plantas, ésta debe ser primero solubilizada, y así, la presencia de bacterias solubilizadoras de fosfato en las raíces de los mangles representaría una gran ventaja para éstos, al proporcionarles una fuente constante de fósforo. Hemos logrado aislar seis cepas de bacterias solubilizadoras de fosfato a partir de raíces del mangle negro que son *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *Enterobacter aerogenes*, *E. taylorae*, *E. asburiae* y *Kluyvera cryocrescens*, y también dos especies a partir de raíces del mangle blanco, las *Chryseomonas luteola* y *Pseudomonas stutzeri*. Esta fue la primera evidencia sobre la capacidad de solubilización de fosfato por bacterias de los géneros *Kluyvera* y *Chryseomonas*, así como de su presencia en las raíces de mangle (véase fig. 7). La habilidad de estas bacterias para solubilizar el fosfato fue constatada por la presencia de un halo alrededor de las colonias bacterianas, el cual aparece al crecerlas en un medio de cultivo sólido con fosfato de calcio (véase fig. 8), y de tal modo constituye una prueba de la solubilización de éste. Se encontró que bajo condiciones *in vitro*, la *B. amyloliquefaciens* por ejemplo solubiliza un promedio de 400 mg de fosfato por litro de suspensión bacteriana (10^7 células/ml); teóricamente, esta cantidad sería suficiente para proporcionar los requerimientos diarios de fosfato de una

pequeña planta terrestre y la mitad de los de una grande. También se encontró en cinco de las cepas que el mecanismo responsable de la solubilización quizás actúa mediante la producción de diferentes ácidos orgánicos, detectados en el medio de cultivo por cromatografía de gases.

Es posible que las bacterias fijadoras de nitrógeno y las solubilizadoras de fosfato, asociadas a raíces de mangle, dependan de exudados radiculares para su alimentación, estableciéndose así una relación simbiótica no obligada entre las bacterias y las plantas, es decir, las plantas brindan alimento a la comunidad bacteriana de la rizosfera, en tanto que las bacterias proveen a los mangles de la fuente de nitrógeno y fósforo necesarios para su crecimiento, y es probable que también los mangles provean de alimento a la comunidad bacteriana presente en los sedimentos (véase fig. 9).

La fijación de nitrógeno, llevada a cabo por cianobacterias en las raíces aéreas y por bacterias asociadas a las raíces sumergidas en conjunto con la actividad de bacterias solubilizadoras de fosfatos, puede explicar la formación de espesos bosques de manglar en zonas tropicales y subtropicales deficientes en nutrientes.

La importancia de otros grupos bacterianos para el ecosistema del manglar

Hemos logrado aislar bacterias fotosintéticas anoxygenicas (bacterias púrpuras y verdes del azufre) a partir de la rizosfera y las raíces aéreas del mangle, pero aún no se ha determinado el papel de dichas bacterias

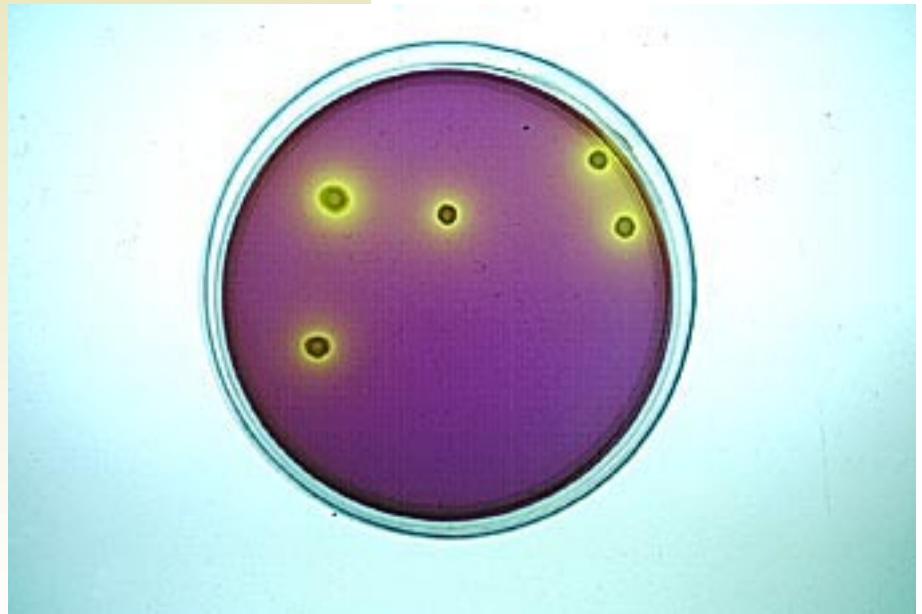


Figura 8. Presencia de un halo transparente y amarillo alrededor de las colonias bacterianas como evidencia de la solubilización de fosfato.

en el aporte de nutrientes; sin embargo, es posible que éstas, en conjunto con otros grupos bacterianos involucrados en el ciclo del azufre (bacterias sulfato reductoras y bacterias incoloras del azufre), estén participando en el reciclamiento de azufre dentro del ecosistema (Nedwell *et al.*, 1994). Además, la participación de otros grupos bacterianos en la disponibilidad de micronutrientes, tales como manganeso, hierro y cobre, no ha sido aún estudiada, pero puede ser significativa ya que la solubilidad de estos compuestos está determinada por el pH, el potencial de óxido y la reducción y concentración de oxígeno en sedimentos, parámetros que son afectados por procesos metabólicos bacterianos como la respiración aerobia y anaerobia, la fotosíntesis oxigénica y anoxigénica, y la utilización o degradación de diferentes compuestos orgánicos o inorgánicos.

Comentario concluyente

Este trabajo resume la investigación que hemos realizado sobre la actividad microbiológica existente en las raíces del mangle y en los sedimentos, y se ha encontrado evidencia de la actividad de fijación de nitrógeno y



Figura 9. Esta caricatura muestra el beneficio mutuo que resulta de la asociación bacteria-planta. Las bacterias se alimentan de las sustancias liberadas por las raíces de la planta, y ésta a su vez se beneficia de los nutrientes que las bacterias le proporcionan mediante la fijación de nitrógeno, solubilización de fosfato, etcétera.

Figura 10. Esta caricatura resume la importancia de la actividad microbiológica para el sostenimiento de los manglares y, por lo tanto, de las pesquerías.



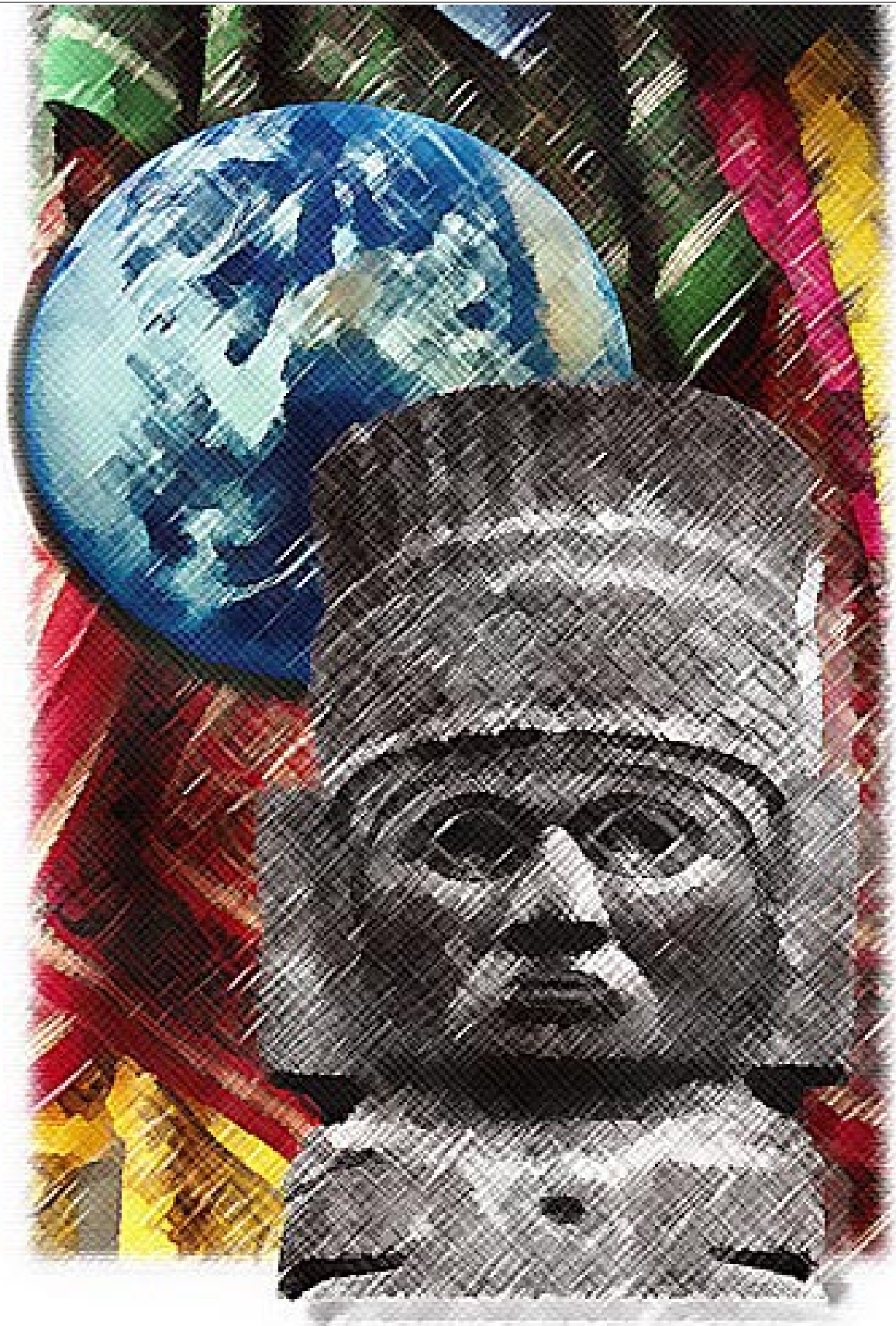
solubilización de fosfatos, asociada a raíces aéreas y rizosfera del mangle, por lo cual consideramos que esta interacción mangle-bacteria funciona como fuente de nutrientes esenciales para el primero (véase fig. 10), contribuyendo de esta manera al sostenimiento y desarrollo de los ecosistemas de manglar. Así, creemos que el estudio de la ecología microbiana de los manglares permitirá proponer medidas efectivas de conservación para estos bellos y productivos ecosistemas (Hacher *et al.*, 1989).

Agradecimientos

Expresamos nuestro reconocimiento a Gina Holguín y Yoav Bashan, quienes participaron en este trabajo, la primera gracias a la ayuda de su madre, María de la Luz Zehfuss de Holguín, y el segundo en memoria del señor Avner Bashan, de Israel, así como al licenciado Juan Carlos Ruiz Rubio, delegado federal de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a la QFB Laura Pimentel González, jefe de la Unidad de Normatividad Ecológica en La Paz, Baja California, por permitirnos utilizar una gran extensión del manglar de Balandra como zona experimental. Asimismo, agradecemos la excelente ayuda técnica brindada por Dariel Tovar, Ariel Cruz, Angel Carrillo y Dalia Gómez, y la microscopía de barrido que realizó Al Soeldner, de la Oregon State University. ●

REFERENCIAS

- Alongi, D.M.; P. Christoffersen, y F. Tirendi. "The Influence of Forest Type on Microbial-nutrient Relationships in Tropical Mangrove Sediments", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 171, 1993, pp. 201-223.
- Alongi, D.M., y A. Sasekumar. "Benthic Communities", in *Tropical Mangrove Ecosystems*, A. I. Robertson and D.M. Alongi (eds.), American Geophysical Union, Washington, D.C., 1992, pp. 137-171.
- Bashan, Y.; M. E. Puente, D. D. Myrold, y G. Toledo. "In Vitro Transfer of Fixed Nitrogen from Diazotrophic Filamentous Cyanobacteria to Black Mangrove Seedlings", *FEMS Microbiology Ecology* (en prensa).
- Clough, B.F. *Mangrove Ecosystems in Australia: Structure, Function and Management*, editado por el Australian Institute of Marine Science, 1982, 302 p.
- Espinoza, M.; P. Sánchez y E. Muñoz. Valor energético de los detritos y algunos aspectos sobre la productividad y degradación de *Rhizophora mangle*, en tres zonas de manglar de la Bahía de La Paz, B.C.S., Informe laboral CIB, 1981, pp 137-179.
- Flores Verdugo, F. J. "Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar", en *Temas de Oceanografía Biológica en México*, J. de la Rosa Vélez, y F. González Farías (eds.), Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, 1989, pp. 21-56.
- Flores Verdugo, F. J.; J. W. Day Jr., y R. Briseño Dueñas. "Structure, Litter Fall, Decomposition, and Detritus Dynamics of Mangroves in a Mexican Coastal Lagoon with an Ephemeral Inlet", *Marine Ecology-Progress Series* 35, 1987, pp. 83-90.
- Flores Verdugo, F.; F. González Farías; O. Ramírez Flores; F. Amezcua Linares; A. Yáñez Arancibia; M. Alvarez Rubio, y J. W. Day, Jr. "Mangrove Ecology, Aquatic Primary Productivity, and Fish Community Dynamics in the Teacapán-Agua Brava Lagoon Estuarine System (Mexican Pacific)", *Estuaries* 13, 1990, pp. 219-230.
- Hatcher, B.G.; R.E. Johannes, y A.I. Robertson. "Review of Research Relevant to Conservation of Shallow Tropical Marine Ecosystems", *Oceanographic and Marine Biology: an Annual Review* 27, 1989, pp. 337-414.
- Holguín, G., e Y. Bashan. "Nitrogen-fixation by *Azospirillum brasilense* Cd is promoted when Co-cultured with a Mangrove Rhizosphere Bacterium (*Staphylococcus* sp)", *Soil Biology and Biochemistry* 28, 1996, pp. 1651-1660.
- Holguín, G.; M.A. Guzmán, e Y. Bashan. "Two New Nitrogen-fixing Bacteria from the Rhizosphere of Mangrove Trees: Their Isolation, Identification and In Vitro Interaction with Rhizosphere (*Staphylococcus* sp.)", *FEMS Microbiology Ecology* 101, 1992, pp. 207-216.
- Lindberg, T., y U. Granhall. "Isolation and Characterization of Denitrogen-fixing Bacteria from the Rhizosphere of Temperate Cereals and Forage Grasses", *Applied and Environmental Microbiology* 48, 1984, pp. 683-689.
- Nedwell, D.B.; T.H. Blackburn y W.J. Wiebe. "Dynamic Nature of the Turnover of Organic Carbon, Nitrogen and Sulphur in the Sediments of a Jamaican Mangrove Forest", *Marine Ecology-Progress Series* 110, 1994, pp. 223-231.
- Por, F. D. "The State of the Art", in *Hydrobiology of the Mangrove*. F. D. Por and I. Dor (eds). Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, 1984, pp. 1-14.
- Robertson, A.I., y N.C. Duke. "Mangroves as Nursery Sites: Comparisons of the Abundance and Species Composition of Fish and Crustaceans in Mangroves and other Nearshore Habitats in Tropical Australia", *Marine Biology* 96, 1987, pp. 193-205.
- Toledo, G.; Y. Bashan y A. Soeldner. "Cyanobacteria and Black Mangroves in Northwestern Mexico: Colonization, and Diurnal and Seasonal Nitrogen Fixation on Aerialroots", *Canadian Journal of Microbiology* 41, 1995a, pp. 999-1011.
- Toledo, G.; Y. Bashan, y A. Soeldner. "In Vitro Colonization and Increase in Nitrogen Fixation of Seedling Roots of Black Mangrove Inoculated by a Filamentous Cyanobacteria", *Canadian Journal of Microbiology* 41, 1995b, pp. 1012-1020.
- Tomlinson, P.B. *The Botany of Mangroves*, Cambridge University Press, NY., 1986, 419 p.
- Yáñez Arancibia, A.; A.L. Lara Domínguez; J.L. Rojas Galavis; P. Sánchez Gil; J.W. Day y C.J. Madden. "Seasonal Biomass and Diversity of Estuarine Fishes Coupled with Tropical Habitat Heterogeneity (southern Gulf of Mexico)", *Journal of Fish Biology* 33, 1988, pp. 191-200 (suppl. A).
- Zuberer, D. A., y W. S. Silver. "Biological Dinitrogen Fixation (Acetylene Reduction) Associated with Florida Mangroves", *Applied and Environmental Microbiology* 35, 1978, pp. 567-575.



nacional es particularmente deficiente en comparación con los avances de otras naciones, entonces es posible buscar y contrastar las circunstancias de las que presentan mejor rendimiento académico, analizando los factores asociados al desempeño escolar, para identificar aquellos componentes que representen causas o coadyuvantes inducentes a mejores resultados, tales como las condiciones socioeconómicas, los planes de estudio, la formación magisterial, la participación de los padres en el proceso educativo, las horas dedicadas al estudio, el tipo y tiempo dedicado a actividades de entretenimiento (televisión, lectura de esparcimiento), el género, etc. En cambio, si el problema es generalizado, habrá que preocuparse más por replantear la concepción y las estrategias pedagógicas utilizadas.

Poder comparar los indicadores del logro escolar en diferentes países no es una tarea fácil, sobre todo porque es necesario hacerlo mediante el mismo procedimiento y en condiciones y circunstancias análogas, o lo más homogéneas posible. Pretender elaborar un instrumento de medida y aplicarlo en ellos constituye una tarea de por sí muy compleja y difícil de realizar, además de extremadamente costosa. Por ello decidimos replicar en México parte de un estudio que realizó la International Assessment of Educational Progress² (IAEP) en nueve países del mundo, Canadá, Corea, Eslovenia, España, los Estados Unidos, Hungría, Irlanda, el Reino Unido (Escocia) y la Unión Soviética (antes de su desintegración), en el cual se evaluaron conocimientos de geografía elemental, que son normalmente adquiridos en la escuela primaria (Lazer, 1992).

Este estudio partió del hecho de estimar la importancia que reviste el conocimiento geográfico, al considerar la dinámica del mundo contemporáneo, caracterizado por una constante expansión globalizadora de las redes de comunicación y la economía, el establecimiento de múltiples tratados comerciales y convenios culturales, y el turismo internacional, además de los problemas mundiales compartidos, tales como los del ambiente y los cambios climáticos ocurridos en los últi-

mos años, que son preocupaciones comunes para todos. Hoy día, las personas deben disponer de un conocimiento básico sobre la geografía, ya que tienen que actuar de manera productiva y responsable dentro de un mundo globalizado; para ello deben adquirir al menos cierta comprensión sobre la diversidad geográfica de sus lugares de origen y sus culturas, y de las características de las diferentes regiones de la Tierra, así como de los efectos que producen sus interacciones. Por ello es muy importante que la educación primaria y secundaria permita desarrollar las nociones fundamentales de la geografía.

Dada la diversidad de los planes de estudio, vigentes en las diferentes naciones, se acordó en el plano internacional explorar habilidades y conocimientos elementales coincidentes en todos los países participantes. Para tal efecto, se constituyó un equipo internacional de trabajo en el que participaron los ministerios o departamentos de educación de Alberta, Columbia Británica, Manitoba, New Brunswick, Newfoundland, Ontario, Quebec y Saskatchewan, todos ellos de Canadá; el Comité Nacional para la Evaluación Educativa de Corea; el Departamento de Educación de Escocia; el Instituto de Investigaciones Educativas de Eslovenia; el Ministerio de Educación de España; el Servicio de Evaluación Educativa (Educational Testing Service) y el Consejo Nacional para la Educación Geográfica de los Estados Unidos; el Instituto Nacional de Educación de Hungría; el Centro de Investigaciones Educativas de Irlanda, y la Academia de Educación de Rusia.

A efecto de neutralizar la variabilidad de los planes de estudio y de la población de las diferentes naciones participantes, se decidió aplicar una prueba restringida a los contenidos curriculares compartidos entre escolares que tuvieran 13 años cumplidos en el momento de contestar el cuestionario. Para ello, se definieron los requerimientos y se solicitó a los participantes que enviaran los reactivos que suelen utilizar en sus procedimientos de evaluación. De este modo se recopilaron más de 1 500, los cuales fueron remitidos a cada uno de esos países para ser evaluados, juzgando si resultaban apropiados para sus currículos, población y cultura, así como su calidad y relevancia. Las preguntas que mejor puntuaron fueron seleccionadas e incluidas en una prueba piloto en todos los países participantes, y finalmente dicha prueba fue revisada por editores, expertos en geografía y evaluación, para

² Learning About the World, *International Assessment of Educational Progress*, Educational Testing Service, National Center for Education Statistics, Department of Education and National Science Foundation, Report No. 22-CAEP-05, 1992.

observar cualesquiera características o carencia potencial, susceptibles de generar sesgos en algún grupo de estudiantes. La prueba se estructuró mediante tres componentes, estos es, herramientas y habilidades geográficas, geografía física y geografía cultural, de manera tal que se pudieran explorar las competencias y conocimientos que permiten al estudiante desarrollar un saber activo en torno a la comprensión de los fenómenos geográficos.

Pese a las importantes ventajas que pueden desprenderse de lo anterior, hasta ahora hay pocas investigaciones internacionales en educación comparada, y así lo hace ver el Centro de Investigaciones e Innovación Educativa de la OCDE (1995). Esto se debe en buena parte a las dificultades que se presentan al realizar este tipo de estudios, dada la heterogeneidad de los sistemas educativos, la diversidad cultural, los altos costos y la voluntad política para participar en ellos. El estudio que ahora se presenta tiene varias limitaciones que es pertinente precisar al lector. Primero, es indispensable advertir que la investigación se centra sólo en conocimientos de geografía y no en los resultados generales del aprovechamiento escolar; segundo, las comparaciones internacionales se limitan a niños de 13 años y no a todas las edades típicas de la escolaridad; tercero, los miembros de la muestra de este estudio pertenecen a cuatro entidades federativas y no a todas; cuarto y último, las muestras no se definieron por procedimientos aleatorios, sino por cuotas. No obstante lo expresado, los indicadores que se obtienen son de consideración, dada su relevancia, coherencia, consistencia y magnitudes.

Método

De acuerdo con el estudio citado desarrollamos una investigación en México con el propósito de replicar este trabajo y así poder tener una pauta de comparación para estimar los niveles de ejecución de los escolares mexicanos, al contrastarlos con los obtenidos en otras naciones. Un aspecto sustantivo de toda prueba de evaluación radica en el significado de las preguntas que componen el examen, y en la naturaleza de las preguntas está definido el aspecto cualitativo de dicha prueba, por lo cual revisten un aspecto crucial. Así, lo más importante es qué y cómo se establecen las preguntas.

En principio se adoptaron estrictamente los 15 reactivos que son reproducidos en el informe de Lazer (1992), en el que cinco de las preguntas corresponden al componente de herramientas y habilidades geográficas, seis a geografía física y cuatro a geografía cultural. Una observación muy importante sobre estos reactivos es que todos ellos se basan en un componente gráfico, pues se trata de hacer lecturas en un mapamundi e identificar símbolos (de capitales-ciudades), el paralelo que se encuentra en una zona tropical, los hemisferios representados, los accidentes geográficos (bahía), así como de localizar un continente a partir de su ubicación (latitud-longitud), identificar también cordilleras, climas, áreas en que se habla determinada lengua (español), países y concentración de las poblaciones, interpretar curvas de nivel y, enunciados los cuatro factores de desarrollo que afectan a la cultura de cierto grupo humano, reconocer cuál sería el más determinante.

Ya que estos 15 reactivos se pueden resolver en poco tiempo, con el propósito de enriquecer nuestro estudio agregamos 15 preguntas más, igualmente fundadas todas ellas en el reconocimiento gráfico basado en mapas que exploran conocimientos de geografía política y física de México y del continente Americano, por ser tal conocimiento de estas áreas geográficas el que tiene particular relevancia para los estudiantes de nuestro país. Además, algunas de estas preguntas han sido utilizadas previamente en otros estudios, lo que permite hacer valiosos análisis de los resultados encontrados en variadas situaciones. Una vez formulado el cuestionario, el paso siguiente fue definir la población en la que éste se aplicaría. En principio se adoptó el criterio de que fueran escolares de 13 años cumplidos, con apego a lo establecido en el estudio original; sin embargo, se estimó conveniente ampliar la exploración a estudiantes con mayor grado de escolaridad de la que llegan a alcanzar los niños de esa edad, de manera que hubiera la posibilidad de comparar la ejecución con poblaciones de diferentes niveles de escolaridad.

Al explorar la ubicación escolar de los niños con 13 años cumplidos, en México se encontró que se localizan mayoritariamente en los grados de sexto año de primaria y primero de secundaria, en este último con mayor frecuencia. Por tal razón, se decidió aplicar el cuestionario de manera prioritaria en grupos que tuvieran estos niveles de escolaridad, sin eliminar a los alumnos que no cumplieran con el requisito de la

edad (13 años), porque se estimó pertinente tener la posibilidad de comparar las variaciones entre los más pequeños y los mayores a la edad definida por el estudio antecedente.

Para aplicar el cuestionario con apego a un mismo procedimiento se establecieron las reglas por escrito, de manera tal que cualquier persona pudiera seguirlas. Dados los costos y requerimientos técnicos, este estudio no pretende basarse en una muestra representativa de la población nacional, pero sí contempla una diversidad suficiente que permita obtener resultados indicativos, válidos y confiables; por ello se buscó la manera de obtener indicadores en diversas entidades del país, y para esto se aplicaron exámenes en Aguascalientes, el Distrito Federal, y los estados de México, Hidalgo y Jalisco. Lo anterior fue posible gracias a la muy valiosa colaboración del Consejo Estatal Técnico de la Educación del estado de Aguascalientes, y de la Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo de Occidente, que se encargaron de hacer la aplicación del cuestionario en sus entidades respectivas, el último en el estado de Jalisco.

Resultados

Se distribuyeron alrededor de siete mil cuestionarios, pero finalmente se pudieron recuperar y procesar 6 419, al eliminar todos aquellos que no fueron contestados de manera cabal.

De esos 6 419 casos, el 3.7% (239) estaba cursando estudios de primaria, el 81.8% (5 252), estudios de secundaria, el 10.8% (695), bachillerato, y el restante 3.6% (233) se encontraba matriculado en alguna universidad. Las medias de aciertos entre ellos fueron de 45.0% para el grupo de primaria, 47.4% para el de secundaria, 60.3% para el de bachillerato y 72.6% para el de los universitarios, dándose en el orden ascendente esperado; es decir, a mayor escolaridad mejor ejecución, lo que constituye un elemento a favor de la validez del instrumento, así como de su confiabilidad, dada su congruencia. Es importante señalar que la mayoría de los escolares de secundaria era del primer grado, lo que puede explicar la pequeña diferencia observada respecto a los de primaria, que pertenecían al sexto grado.

Al desagregar de la base de datos los sujetos que cumplían con el criterio de tener 13 años cumplidos en el mo-

mento de la aplicación del examen –para poder igualar nuestra población con el estudio internacional antes referido–, encontramos que este agrupamiento se compone de 2 648 niños, en su mayoría del primer grado de secundaria. Al analizar su ejecución en las 15 primeras preguntas del cuestionario, que corresponden a aquellas que fueron aplicadas en el estudio internacional, resultó que la media de aciertos entre los niños mexicanos fue de 48.7% respecto a las respuestas correctas. Esta calificación está 13.9 puntos por abajo de la media que obtuvieron los grupos del estudio internacional, que es de 62.6% de aciertos (véase cuadro). Probablemente lo que más llama la atención es que quienes están estudiando bachillerato obtuvieron el 60.3% de respuestas correctas, lo que los coloca todavía por debajo de la media internacional. Esto lleva a pensar que al concluir la secundaria en México no se alcanzan los niveles promedio de los escolares de 13 años en otros países, datos sugerentes de que tenemos aproximadamente un retraso de dos a tres años de escolaridad, comparados con otras naciones.

En un estudio realizado por Guevara Niebla y Mancera (1995), al comparar los resultados que logran escolares de sexto de primaria y tercero de secundaria en Canadá, los Estados Unidos y México, encontraron que sus puntajes promedio fueron de 54.6, 45.4 y 42.9, respectivamente, colocándose los escolares mexicanos en la calificación más baja. Según los datos presentados en el estudio internacional que replicamos, en el que participaron nueve países, Hungría obtuvo el promedio más alto con 71.3%, e Irlanda el más bajo con 58.8%, calificación que sigue siendo superior a la obtenida por los niños mexicanos, quienes alcanzaron sólo 48.7% de aciertos (véase gráfica). De los 15 reactivos, los niños mexicanos nunca lograron tener el promedio más alto, y sólo dos se colocaron por arriba de la media en la pregunta tres (véase recuadro 1), que implicaba identificar la línea del trópico, y en la 12 (véase recuadro 2), en la cual se tenían que reconocer las áreas donde se habla español, preguntas que de algún modo muestran un sesgo cultural a favor de nuestra población, porque parte de México se encuentra en la zona tropical y en toda ella la mayoría es hispanoparlante.

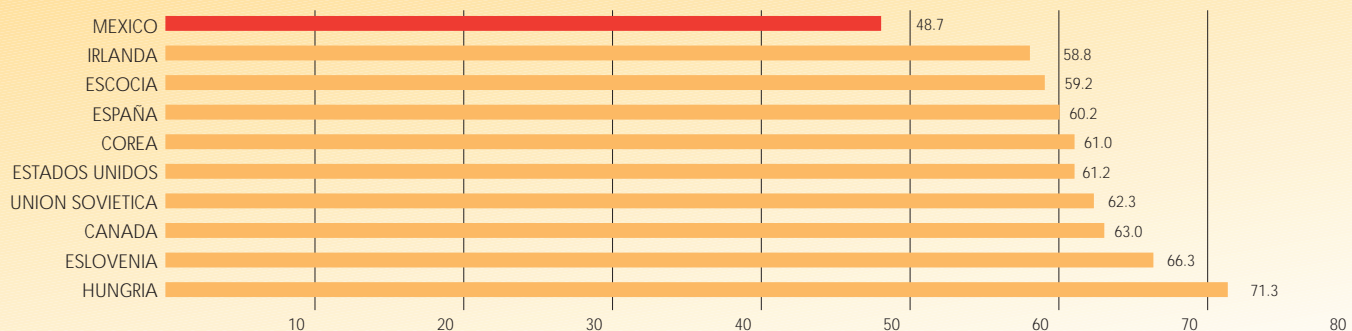
Dentro de las 15 preguntas aplicadas en el estudio internacional hay algunas que merecen particular atención por las implicaciones cognitivas que tienen. En la pregunta

COMPARACION ENTRE PAISES POR PREGUNTA

PAIS	PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROMEDIO
MEXICO		79.9	72.1	71.8	26.6	27.9	66.7	23.5	43.2	36.6	50.6	45.4	75.2	30.4	35.6	44.8	48.7
IRLANDA		93.0	81.1	61.9	46.1	50.7	60.1	33.6	50.2	65.7	76.3	66.6	65.0	40.6	39.8	51.9	58.8
ESCOCIA		92.8	84.2	67.1	54.6	41.9	59.4	28.9	50.9	62.8	81.8	63.5	59.6	41.2	43.9	56.0	59.2
ESPAÑA		93.8	81.3	63.3	41.4	49.8	66.3	38.4	57.4	62.4	67.2	72.5	79.5	40.3	47.3	42.7	60.2
COREA		86.4	80.2	77.8	60.4	49.9	72.5	46.2	38.6	47.1	71.5	49.8	63.1	49.0	51.1	68.2	61.0
ESTADOS UNIDOS		95.8	82.0	64.3	50.8	43.4	74.8	32.7	62.7	46.4	79.7	60.7	74.1	43.7	48.4	58.1	61.2
UNION SOVIETICA		92.8	78.8	49.0	43.1	56.6	73.5	64.9	67.8	64.8	84.1	59.2	52.9	39.1	49.8	57.4	62.3
CANADA		91.3	78.9	64.2	53.3	54.1	76.5	37.6	62.3	52.4	81.9	58.7	75.6	38.7	62.0	56.4	63.0
ESLOVENIA		91.7	79.6	81.8	50.0	59.9	75.1	56.7	53.3	73.9	78.0	62.7	45.2	61.8	66.0	58.0	66.3
HUNGRIA		95.0	86.5	81.0	48.3	62.2	83.3	73.7	67.8	76.8	80.7	70.4	60.8	46.1	59.0	77.3	71.3
TOTAL		92.5	81.4	67.8	49.8	52.1	71.3	45.9	56.8	61.4	77.9	62.7	64.0	44.5	51.9	58.4	62.6

El cuadro muestra los resultados obtenidos por país con niños de 13 años de edad. El total sólo incluye los resultados de la muestra internacional, considerando los 15 reactivos que son reproducidos en el reporte de Lazer (1992).

COMPARACION DEL PORCENTAJE DE ACIERTOS ENTRE PAISES*

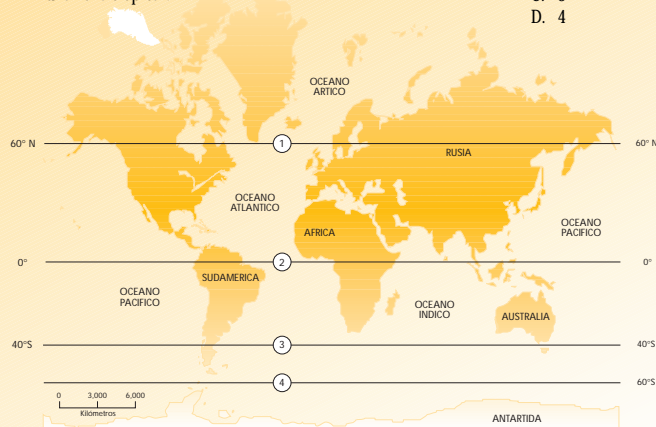


Muestra la comparación del porcentaje de aciertos entre los países, en los alumnos de 13 años de edad.
* Considerando los 15 reactivos que son reproducidos en el informe de Lazer (1992).

RECUADRO 1

3. ¿Cuál de las líneas dibujadas en el mapa atraviesa una zona tropical?

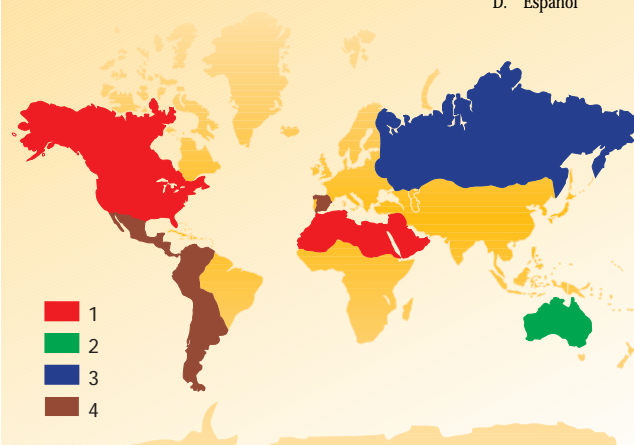
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4



RECUADRO 2

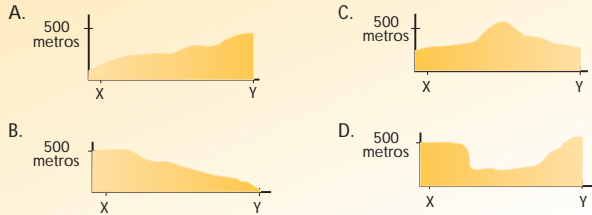
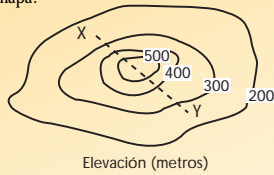
12. ¿Cuál de los siguientes lenguajes corresponde al número 4 de las claves que se ubican en el mapa?

- A. Francés
- B. Chino
- C. Inglés
- D. Español



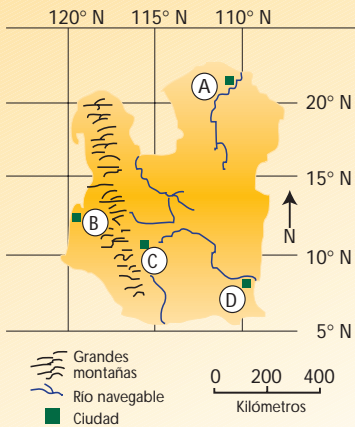
RECUADRO 3

4. ¿Cuál de las opciones corresponde más cercanamente a la línea quebrada que conecta **X** e **Y** en el contorno del mapa?



RECUADRO 5

15. La isla que se muestra en el mapa se encuentra en un primer estadio de desarrollo económico. Los sistemas de transportación no están bien desarrollados y los productos son fabricados en las casas y en establecimientos de la localidad. Las personas del pueblo **C** tienen un contacto muy limitado con el exterior y aún continúan con costumbres de sus antepasados. ¿Cuál de las opciones podría provocar mayor cambio en su cultura?

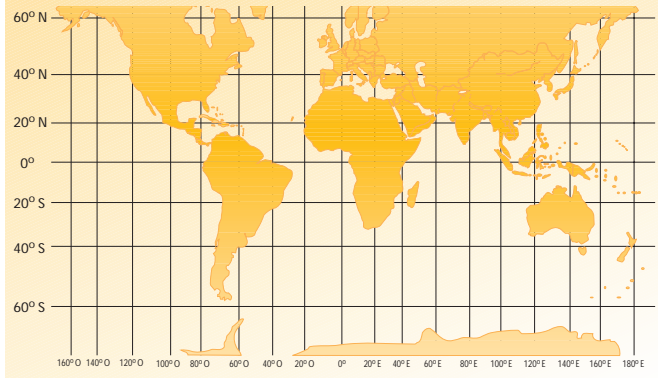


- A. Incremento en la tasa de nacimientos.
- B. Construcción de una autopista de la ciudad **B** a la **D** a través de la villa **C**.
- C. Construcción de aeropuertos en las ciudades **A** y **D**.
- D. Ocurrencia de una inundación en la villa **C**.

RECUADRO 4

8. ¿Qué continente está localizado entre la latitud 35° N y 35° S y la longitud 50° E y 20° O?

- A. Europa
- B. Sur América
- C. África
- D. Australia



RECUADRO 6

23. ¿Qué número del mapa siguiente corresponde al Golfo de México?



cuatro se solicita identificar un montículo representado por curvas de nivel, y se requiere transfigurar éste según la lectura correspondiente a un corte transversal (véase recuadro 3). Esto implica la capacidad de trasladar y recomponer la lectura de la imagen de un mismo objeto, desde otro punto de vista, lo que precisa de una habilidad muy importante en el desarrollo cognoscitivo de las personas. En la pregunta, la muestra internacional obtuvo un promedio de 49.8% de aciertos, y el país que logró el más alto nivel al respecto fue Corea con 60.4%, y el más bajo España con 41.4%, mientras que los niños mexicanos obtuvieron 26.6 por ciento.

En la pregunta ocho (véase recuadro 4) se pide identificar en un mapamundi el continente que se encuentra en el área localizada entre los grados de latitud y longitud indicados. Lo interesante en la construcción del reactivo es que, para

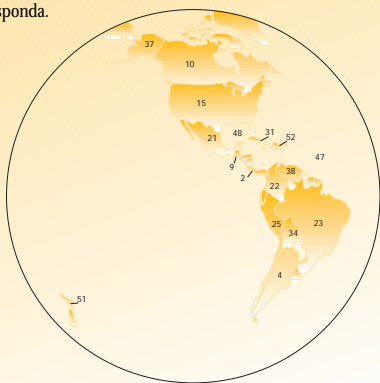
responder acertadamente, se necesita saber leer coordenadas para fijar la posición en un plano y reconocer el nombre del continente (lo que implica habilidades y conocimiento). En este reactivo, la media de aciertos de los niños mexicanos fue de 43.2%, a diferencia de la media internacional que alcanzó 56.8 por ciento.

En la pregunta 15 (véase recuadro 5) se solicita juzgar cuál de los cuatro eventos que se proponen podría tener mayores efectos en la cultura de una comunidad semiaislada. Este reactivo es interesante porque requiere estimar qué acontecimiento incidiría en las costumbres de una población, lo cual representa un proceso complejo de razonamiento para valorar. En esta pregunta la media internacional fue de 58.4% aciertos, y la muestra mexicana alcanzó 44.8 por ciento.

Si de la muestra de escolares mexicanos que tenían 13 años

RECUADRO 7

27. Identifica en el mapa los países que se enlistan en la hoja de respuestas y anota el número que les corresponda.



RECUADRO 8

Observa la figura y contesta las dos preguntas siguientes:



16. ¿Cuáles son los números que corresponden en el mapa de México a los siguientes estados: Coahuila, Tamaulipas, Jalisco y Chiapas?

- A. 11, 18, 32, 5
- B. 30, 16, 12, 13
- C. 11, 16, 32, 13
- D. 30, 18, 12, 5

17. ¿Cuáles son los números que corresponden en el mapa de México a las siguientes ciudades: Monterrey, Aguascalientes, Oaxaca, y Villahermosa?

- A. 18, 16, 25, 7
- B. 23, 22, 13, 17
- C. 23, 16, 13, 7
- D. 18, 22, 25, 17

cumplidos se separan los del medio rural de los del ámbito urbano, se encuentra que los primeros logran una calificación promedio de 41.5% de aciertos y los segundos de 49.6%; los niños de las escuelas públicas obtuvieron un promedio de calificación (46.7%) inferior al de los que asisten a las escuelas privadas (59.3%), y los escolares inscritos en el turno vespertino puntuaron (45.2%) por abajo de los del turno matutino (49.4%). Estos datos nuevamente hacen apreciar las desigualdades de la educación en México, como lo ha señalado Schmelkes (1994) al mostrar claros indicios de que la calidad de la educación básica no es homogénea y que se llegan a dar muy serias diferencias, lo cual hace aún más preocupantes los resultados encontrados.

De acuerdo con las comparaciones entre los referentes internacionales que de este estudio se pueden hacer, se ob-

serva que la población mexicana muestra tener sistemáticamente índices más bajos, por lo cual se señala que al parecer nuestro aprovechamiento escolar es menor. Si se considera que los niños mexicanos deberían mejorar en 28.5% su calificación, para así alcanzar los 13.9 puntos que los separan de la media internacional, parece pertinente indicar que debe ponerse mayor atención y hacer un esfuerzo sistemático para elevar la calidad de la educación en México. Además, en el estudio hay otros resultados interesantes de analizar, los cuales corresponden a las 15 preguntas extras que añadimos al cuestionario, y aunque en este caso ya no tenemos un referente para hacer comparaciones internacionales, su análisis resulta muy ilustrativo, porque se exploran conocimientos de geografía de interés nacional.

Al desagregar la muestra nacional por niveles de escolaridad y analizar los puntajes obtenidos en las preguntas que van de la 16 a la 30 en nuestro cuestionario, se encontró que los del nivel de primaria lograron el 50.4% de aciertos, los de secundaria el 50.7% (recuérdese que la mayoría es del primer grado de este ciclo), los de bachillerato 62% y los de licenciatura 76.9%, y de nueva cuenta la calificación fue ascendente en correspondencia con el grado de escolaridad. La calificación promedio que obtuvieron los diferentes niveles, tanto en las primeras 15 preguntas como en las 15 subsiguientes, resultó muy similar, pues la mayor diferencia fue de 3.3 puntos, lo que ofrece indicadores de la consistencia interna de la prueba, así como de la confiabilidad y validez al correlacionarse con el grado de escolaridad.

Si consideramos sólo a los niños mexicanos que tenían 13 años cumplidos cuando se aplicó el cuestionario, observamos que la pregunta con el menor índice de dificultad fue la referente a identificar en un mapa la ubicación del Golfo de México (véase recuadro 6), reactivo contestado correctamente por el 90.6% de los 2 648 alumnos. No deja de llamar la atención que 249 casos (9.4%), a pesar de encontrarse en el último año de primaria o el primero de secundaria, no pudieron reconocer una característica geográfica sustancial del contorno nacional. El índice de dificultad más elevado, con sólo 25.8% de aciertos, se encontró en la pregunta que requería mostrar en un mapa del continente americano la localización de Nicaragua (véase recuadro 7).

En las dos preguntas en que se exploran conocimientos

sobre la localización de cuatro estados de la República y cuatro capitales, en ambos casos del norte, centro y sur (véase recuadro 8), se obtuvieron 64.5% y 60% de aciertos, respectivamente, con lo cual se desprende que 38% de los escolares tiene una idea muy pobre de la geografía política de México, ya que bastaba con reconocer a dos de los cuatro estados o dos de las capitales para poder contestar acertadamente. Cabe señalar que uno de los cuatro estados es el de Chiapas, cuyo desconocimiento implica no saber en dónde se localiza uno de los conflictos políticos más sustantivos de nuestra historia contemporánea. Es de destacar la aproximación del resultado encontrado en la pregunta sobre la ubicación de los estados, con el obtenido en otro trabajo en que se aplicó exactamente el mismo reactivo (véase Backhoff y Tirado, 1993, p.58), lo que agrega confiabilidad al estudio.

En la pregunta que demanda identificar la ubicación de Guatemala (véase recuadro 7), menos de la mitad de los escolares de primaria (43.5%) logró contestar acertadamente, sólo la mitad de los de nivel de secundaria acertó (50.6%), los del nivel de bachillerato obtuvieron 71.7% de respuestas correctas, y los universitarios 89.3%, lo cual es de llamar la atención por tratarse de un país limítrofe para nosotros y representar parte de la definición misma del territorio nacional, lo que hace que estos resultados sean críticos. Tales datos son igualmente coincidentes con los ya observados en un estudio previo (Tirado, 1995a).

Variables de población

Los resultados de un estudio de esta naturaleza tienen un valor limitado si no se consideran las posibles causas del bajo rendimiento. Con el propósito de identificar las conductas y prácticas que pueden contribuir al bajo o alto rendimiento escolar, se investigaron posibles efectos en el logro académico de variables de población de carácter socioeconómico, prevalecientes en el hogar del educando, así como de prácticas académicas desarrolladas en la experiencia escolar y sus posibles efectos de interacción.

En el estudio de la IAEP se observa que el tamaño de la familia (número de hermanos) tiene una relación negativa y estadísticamente significativa con la ejecución de la prueba, es decir, entre más grande es la familia el número de aciertos

tiende a ser menor y viceversa, con marcadas diferencias entre los extremos, que llegan a ser de más del 20%. Con esto no se pretende asumir que haya una relación de causa-efecto entre el número de hermanos y el éxito académico, sino simplemente destacar un indicador que bien puede ser más un síntoma que un motivo, ya que en una familia numerosa la disponibilidad de recursos para atender a los hijos se ve más limitada, sobre todo cuando dichos recursos son restringidos.

En la muestra de 2 648 niños mexicanos encontramos igualmente que al considerar el número de hermanos y la calificación obtenida existe una relación lineal negativa y estadísticamente significativa, en la cual se observa que los hijos de familias numerosas obtienen calificaciones más bajas. Es interesante observar que los alumnos de familias que cuentan con dos hijos puntaron ligeramente por arriba de las que tienen uno solo. Otra variable que suele ser un buen indicador es el número de libros que se tienen en casa, considerando también que puede ser más una manifestación de la escolaridad de la familia y su interés por la lectura lo que se refleja. En el estudio internacional (IAEP) se encontró en todos los países participantes una relación positiva, estadísticamente significativa, entre el número de libros en casa y el promedio de calificación obtenida, pues en algunos casos estas diferencias llegan a ser de consideración (más del 20%). En la muestra mexicana observamos igualmente una correlación positiva y estadísticamente significativa ($r = 0.27$). Los escolares que informan tener diez o menos libros en casa puntaron 13% por abajo de los que indicaron tener más de cien volúmenes.

Uno de los factores que se utilizan como buena correlación para predecir condiciones socioeconómicas y culturales es la escolaridad de los padres. Aunque esta variable no fue explorada en el estudio internacional de la IAEP, en la investigación que llevamos a cabo en México la analizamos, encontrando que el 4% de los padres carecía de escolaridad, 32% tenía primaria, 25% secundaria, 11% bachillerato y 27% algún grado universitario, y en el caso de las madres, los valores fueron similares (4%, 39%, 26%, 12% y 18%, respectivamente). El porcentaje de respuestas correctas, que obtuvieron los escolares divididos en subgrupos de acuerdo con el nivel de escolaridad de sus padres, fue de 42%, 45%, 47%, 50% y 55%, respectivamente, haciendo una relación lineal positiva y

estadísticamente significativa ($r = 0.25$), y el análisis, separando los subgrupos conforme al nivel de escolaridad de la madre, arroja resultados muy similares al caso de ambos padres.

En general, la planeación educativa se concentra en el proyecto curricular (qué enseñar) y en los procesos didácticos (cómo enseñar), y a veces se pierde de vista que los niños pasan la mayor parte de su tiempo fuera de la escuela, involucrados en actividades que pueden tener efectos significativos sobre sus logros académicos, tales como lecturas de esparcimiento, tareas escolares, viajes o tiempo dedicado a ver televisión. En el estudio internacional se informa que los niños que indicaron tener lecturas de esparcimiento todos los días puntuaron en general por arriba de los que señalaron hacerlo ocasionalmente (una o dos veces por semana), escasamente (una o dos veces por mes) o nunca, apreciándose una relación lineal positiva y estadísticamente significativa. En el caso de los niños mexicanos también se observa esta relación; sin embargo, aquí las diferencias en el promedio de calificaciones son mucho menores y la más grande es de sólo tres por ciento.

El tiempo dedicado a tareas escolares no marcó diferencia consistente alguna en el estudio de la IAEP ni en la réplica que realizamos en México. Debe resaltarse que este indicador no fue muy adecuado, porque en principio era de esperar que puntuaran mejor quienes más tiempo dedican a trabajos escolares en casa; no obstante, los niños mejor preparados o con mayores habilidades deben poder hacer sus tareas en menor tiempo, lo que perturba en gran medida este indicador. Resulta común escuchar la idea de que la televisión es un agente nocivo para la formación de los niños; no obstante, se trata en realidad de un medio muy diverso y con gran potencialidad para enseñar a los niños múltiples conocimientos sobre el ambiente en que viven. Probablemente, lo más importante es el tipo de programas que ellos ven y el tiempo que destinan para ello; así, los indicadores internacionales de la IAEP apuntan a que una cantidad razonable (una a dos horas al día) es mejor que nada, al igual que un número excesivo (más de cinco horas al día) no parece recomendable, y los datos que se observan en la muestra mexicana son en este mismo sentido.

La oportunidad de viajar parecería ofrecer ventajas para percatarse de los fenómenos geográficos y aprender de ellos,

pero de modo contrario a esta suposición, en el estudio internacional no se encontraron diferencias consistentes entre quienes han tenido oportunidad de visitar otro país y los que no. En el caso de los niños mexicanos sí se aprecia una diferencia favorable para los que han estado en el extranjero, pero ésta no es muy grande (3.4%); además, debe considerarse que seguramente quienes han tenido oportunidad de viajar pertenecen a un estrato socioeconómico alto y por lo mismo no es claro si la diferencia se debe a esta condición o a la experiencia misma de haber viajado.

Los contenidos y métodos de enseñanza, la cantidad de cursos y los tópicos de geografía revisados varían de país a país e incluso de región a región. En unos existe la asignatura *ex profeso* para la enseñanza de la geografía, mientras en otros estos contenidos se revisan de manera integrada en materias como ciencias sociales o historia. Aunque los geógrafos consideran que es mejor enseñar su disciplina como una asignatura independiente, los resultados de la IAEP no ofrecen datos consistentes en este sentido y por lo mismo no hay evidencia concluyente a favor de tal hipótesis. Dado que en México los planes y programas de estudio son de observancia nacional, esta pregunta fue omitida, ya que no existe tal diversidad.

Otro factor que puede influir en los resultados es la proximidad con que se tomaron los cursos de geografía, ya que sabemos que la poca retentiva está en función del tiempo transcurrido entre la experiencia de aprendizaje y la evocación del recuerdo, lo que genera la llamada "curva del olvido". En el informe internacional se indica que la diferencia entre quienes tomaron un curso de geografía en el año de la aplicación del cuestionario, y los que no lo hicieron es inconsistente, pero al comparar a quienes tomaron algún curso en los dos últimos años y los que no, la diferencia es consistente a favor (4.6%) de quienes habían cursado estudios más recientes de geografía. En el caso de la muestra mexicana se observa una diferencia siempre favorable a los que tienen estudios más frescos, aunque ésta no pasa del dos por ciento.

Los contenidos que se enseñan son muy diversos en los diferentes países, y la geografía no es la excepción. Para acotar este problema se solicitó al alumno que identificara en un listado de siete tópicos clásicos de geografía cuántos le habían sido enseñados en la escuela. En la muestra internacional se aprecia una relación lineal positiva y estadísticamente

significativa entre el número de tópicos estudiados y la calificación obtenida, marcándose una diferencia de 9.7% al comparar a quienes mencionaron haber revisado de cero a tres tópicos con los que manifestaron haber estudiado de seis a siete. En el caso de México, también se encuentra una relación lineal positiva y estadísticamente significativa, con una diferencia del 6% entre los grupos mencionados.

Conclusiones

El aspecto más relevante del presente trabajo y de estudios similares es la posibilidad de empezar a construir referentes internacionales que nos permitan generar una perspectiva de la efectividad del sistema educativo nacional con respecto a otros países. Somos plenamente conscientes de que esta investigación es limitada, ya que sólo explora parte de un área del conocimiento, y que la muestra no es representativa del país, por no haberse aplicado en todo el territorio nacional de manera aleatoria. No obstante, el estudio sí puede constituir un buen indicador nacional por la calidad de la prueba, por el amplio número de personas que integran la muestra y por el tipo de sujetos que la componen, ya que pertenecen a entidades federativas (Aguascalientes, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo y Jalisco) con índices de escolaridad alrededor de la media nacional (INEGI, 1996). Además, buena parte de los participantes en la muestra tenía estudios superiores a primero de secundaria, condición deliberada y favorable sobre la muestra internacional, lo que permitió hacer análisis complementarios al observar que nuestros alumnos de bachillerato obtuvieron una media cercana, pero todavía menor a la que lograron los niños de 13 años en la muestra internacional. También los análisis complementarios permitieron observar la congruencia de los datos con otros estudios previamente realizados, fortaleciendo así la validez y confiabilidad de este trabajo.

La educación en México presenta serias deficiencias; simplemente recordemos que, por ejemplo, no llegan a identificarse los límites de la República Mexicana con Guatemala, pues la mitad de los escolares de secundaria (49.4%), y de los que ya están matriculados en bachillerato –todavía cerca de un tercio (28.3%)– ignora esta colindancia; pero peor aún, una décima parte de los estudiantes universitarios (10.7%)

carece de este conocimiento. No obstante que los resultados anteriores pueden parecer alarmantes, los 2 648 escolares mexicanos que tenían 13 años no obtuvieron un puntaje tan distante a la media internacional (-13.9), como nos podría sugerir el análisis previamente descrito que invita a pensar en una diferencia abismal. De acuerdo con un estudio efectuado por Grosvenor (1989) sobre conocimientos de geografía, que se llevó a cabo en Alemania, Canadá, los Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, México, el Reino Unido, Rusia y Suecia, quienes obtuvieron el mejor promedio de aciertos en estos 10 países participantes fueron los suecos y no obstante ser los mejores, el 7% de ellos no pudo identificar en un mapamundi ¿dónde se encuentra Suecia!, es decir, su propio país, lo que indica la estrechez de conocimientos que se tienen en geografía, limitación que suele ser similar en otras áreas del conocimiento; dicho de otra manera, quien no sabe dónde se localiza su propio país tiende a ignorar bastantes otras cosas más de la educación básica, como ya ha sido observado en otro estudio (Backhoff y Tirado, 1993). De aquí que se antoje que el problema no es sólo nacional sino general, porque aun cuando en México parece ser todavía más agudo, habría que considerar que los recursos económicos de que se dispone para la educación también son mucho más limitados, como lo indican Guevara y Mancera (1995).

El fenómeno de la apropiación de conocimientos se genera mediante un proceso sumamente complejo, y los factores que afectan la ejecución académica son muy diversos, pues operan de manera diferente en distintos contextos, además de constituir efectos de interacción entre los factores. El diseño curricular, la complejidad de los contenidos, su variedad y cantidad, los métodos de enseñanza, los materiales didácticos, las condiciones escolares, la preparación de los profesores, su autoestima y confianza respecto a las actividades docentes, la relación alumno-profesor, las aptitudes y actitudes del estudiante, su salud, intereses y motivación, las actividades extraescolares y recreativas, la integración familiar, la calidad de vida familiar, la participación y promoción del estudio por parte de los padres, son algunos de los múltiples factores que inciden y determinan de manera interactiva la resultante del proceso formativo de los alumnos. Aún más, muchos de estos factores, en condiciones críticas, por ejemplo la salud o la integración familiar, pueden llegar a ser un

catalizador que precipita, de manera fatal, el fracaso en el aprovechamiento escolar. Estas consideraciones nos deben hacer advertir, contemplar y reflexionar respecto a la complejidad del fenómeno educativo, lo cual invita a replantear concepciones e idear nuevas estrategias pedagógicas.

A manera de colofón es preciso señalar que este estudio ofrece una mirada en torno a habilidades y conocimientos de los grupos representativos de escolares de 13 años, pertene-

cientes a una diversidad de naciones, lo cual posibilita hacer comparaciones con sus pares de México, y esto lleva a reflexiones en torno a posibles metas, como la configuración de ciertos estándares nacionales e internacionales, sabiendo que hay niveles de logro que pueden ser factibles, pero con equidad y reconociendo el peso relativo de algunos factores asociados que condicionan el éxito escolar. ●

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Backhoff, E., y F. Tirado. "Habilidades y conocimientos básicos del estudiante universitario. Hacia los estándares nacionales", en *Revista de la Educación Superior*, México, diciembre de 1993, ANUIES, vol. XXII, núm. 88, pp. 45-65.
- Carpizo, J. "Fortalezas y debilidades de la Universidad Nacional Autónoma de México", en *Gaceta UNAM*, octava época, vol. II, 1986.
- Grosvenor, G. "Superpowers not so Super in Geography", en *National Geographic*, Washington, diciembre de 1989, National Geographic Society, vol. 176, núm. 6.
- Guevara N. G. "México: ¿un país de reprobados?", en *Nexos*, México, junio de 1991, Sociedad, Ciencia y Literatura, año XIV, núm. 162.
- Guevara N. G., y E. Mancera. "El desempeño educativo en América del Norte", en *Educación 2001*, agosto de 1995, México, Instituto Mexicano de Investigaciones Educativas, núm. 3.
- INEGI. *Cuaderno de estadísticas de educación*, núm. 2, Aguascalientes, 1996.
- Lazer, S. *Learning about the World*, International Assessment of Educational Progress, New Jersey, 1992, U.S. Department of Education and the National Science Foundation, Princeton, Educational Testing Service.
- OCDE. *Measuring what Students Learn, Indicators of Education Systems*, Paris, 1995, Center for Educational Research and Innovation-Organization for Economic Co-Operation and Development.
- Schmelkes, S. "La desigualdad en la calidad de la educación primaria", en *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, México, 1994, Centro de Estudios Educativos, Vol. XXIV, 1° y 2° trimestres, núms. 1 y 2, pp. 13-38.
- Tirado, S. F. "La crítica situación de la educación básica en México", en *Ciencia y Desarrollo*, México, noviembre-diciembre de 1986, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, núm. 71, año XII, pp. 81-94.
- Tirado S. F., y C. V. Serrano. "En torno a la calidad de la educación pública y privada en México", en *Ciencia y Desarrollo*, México, marzo-abril de 1989, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XV, núm. 85, pp. 37-49.
- Tirado, S. F. "La calidad de la educación básica en México", en *Ciencia y Desarrollo*, México, marzo-abril de 1990, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XVI, núm. 91.
- _____. "Evaluación de la educación básica con posgraduados", en *Ciencia y Desarrollo*, México, mayo-junio de 1992, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XVIII, núm. 104, pp. 39-53.
- _____. "¿Un mundo de reprobados? Qué tanto sabemos de geografía", en *Ciencia y Desarrollo*, México, marzo-abril de 1995, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, vol. XXI, núm. 121, pp. 18-24.



Thomas Samuel Kuhn

LA TEORIA DE LA CIENCIA DE T.S. KUHN

Una aplicación en biología

ISMAEL LEDESMA MATEOS

El lunes 17 de junio de 1996 falleció el filósofo de la ciencia más importante en este siglo, Thomas Samuel Kuhn, autor de *La estructura de las revoluciones científicas*, una obra que transformaría sustancialmente la manera de entender lo que es la ciencia, y la forma como ocurre su desarrollo en la historia.

Thomas S. Kuhn nació en Cincinnati, Estados Unidos, en el año de 1922; estudió física en la Universidad de Harvard y en 1954 obtuvo la beca Guggenheim. Fue profesor en la Universidad de California, en Berkeley, luego en Princeton y más adelante en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde trabajó en el Departamento de Lingüística y Filosofía; también se desempeñó como profesor de filosofía e historia de la ciencia en el programa de Ciencias, Tecnología y Sociedad y obtuvo el nombramiento de profesor de filosofía por la institución Laurance S. Rockefeller.

1962 es un año que representa un parteaguas en la historia del pensamiento, pues durante él Kuhn publicó su obra *La estructura de las revoluciones científicas* –cuya segunda edición (1970) fue traducida al español por el Fondo de Cultura Económica en 1971. El mundo del conocimiento no fue el

mismo a partir de ese momento, y bien puede hablarse de la historia y de la filosofía de la ciencia “antes y después de Kuhn”, pues este autor plantea en ella una concepción del quehacer científico, radicalmente diferente a la que de manera tradicional se había manejado.

Kuhn introdujo en la filosofía de las ciencias un componente histórico y sociológico, pues, para él la ciencia está determinada por las condiciones históricas concretas en las que se produce, y el criterio de validación del conocimiento científico no radica en los experimentos o en “la aplicación del método científico”, sino en su aceptación por un grupo humano, la comunidad científica de determinada época. Semejante afirmación rompe con todos los esquemas derivados del positivismo, y coloca la validez de dicho conocimiento en un nivel de relatividad, en el que los complejos argumentos de la lógica ocupan un lugar secundario, postura aparentemente descarnada, porque la idea de que el criterio de cientificidad depende de una comunidad científica se ha probado de manera contundente por medio del estudio de la historia de las ciencias.

Se afirma constantemente que el desarrollo histórico del conocimiento científico se lleva a cabo de manera lineal, pues:

“en el transcurso del tiempo se han producido poco a poco nuevos descubrimientos, que sumados a los anteriores van marcando el camino del progreso del saber humano en la búsqueda de la verdad”. Esta perspectiva idílica y romántica de las cosas sostiene que la ciencia avanza gradualmente (gradualismo), pero fue refutada de manera contundente por Kuhn, quien demuestra que, sobre la base de la historia de la física y de algunos conceptos de la historia de la química, la ciencia lejos de avanzar de dicha manera lineal y gradual lo hace en forma discontinua, esto es, por medio de rupturas que él denomina revoluciones científicas. El pensamiento de Kuhn consta de un conjunto de conceptos con los cuales pretende explicar el desarrollo de las ciencias, y el más importante de ellos es el de “paradigma”, entendido como “una realización científica universalmente reconocida que, durante cierto tiempo, proporciona modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, 1971).

El paradigma es un concepto o sistema de conceptos teóricos que domina a una ciencia en cada periodo de su historia, que organiza y dirige la investigación científica de acuerdo con cierta orientación, permitiendo el surgimiento de varias concepciones e impidiendo el desarrollo de otras; es el conjunto de conceptos centrales que validan y unifican una disciplina científica en determinado momento histórico y que son juzgados a su vez por la comunidad científica de su época. En consecuencia, la teoría de Kuhn sostiene que una ciencia se constituye como tal hasta el momento en que cuenta con verdaderos paradigmas; así, cuando un paradigma o el conjunto de ellos sustituyen a otro ocurre una revolución científica.

En *La estructura de las revoluciones científicas*, Thomas S. Kuhn destaca el carácter de la ciencia como un fenómeno social y, en consecuencia, se entiende que la aceptación o rechazo de determinados conceptos o conjuntos de éstos no depende precisamente de su objetividad, sino de la manera como sean recibidos por una comunidad científica en un momento particular. La noción de paradigma introducida por Kuhn para entender el cambio científico implica el grupo de valores y presupuestos teóricos y metodológicos que son compartidos por esa comunidad en una etapa histórica determinada (Kuhn, 1971). Por tanto, un paradigma consta de conceptos, modelos o esquemas explicativos que validan y unifican una

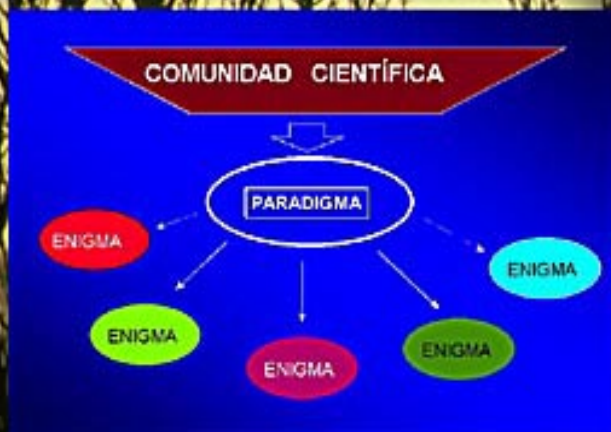
disciplina científica en ese momento dado (Kuhn, 1971). De acuerdo con ello, todo lo que se piense, diga o haga respecto a la ciencia en cierta etapa histórica será considerado como falso o verdadero, correcto o incorrecto, sobre la base de un criterio determinado por un grupo humano, más que por el objeto o proceso mismo que se estudie. Este es un planteamiento de gran trascendencia, pues nos muestra a la ciencia en toda su dimensión sociohistórica, ya que, en última instancia, son los hombres quienes determinan su desarrollo. Esto puede ejemplificarse con el concepto de que la ciencia puede acercarse a la verdad, mas nunca tocarla, siendo su comportamiento algo análogo a una curva asintótica.

A partir del paradigma se generan enigmas que son los aspectos no resueltos completamente por éste y nuevas preguntas que se derivan de él. Para Kuhn existen dos tipos de ciencia, la extraordinaria o revolucionaria, que se refiere a los periodos en los cuales surge un paradigma, desplazando frecuentemente a otro, y la normal, que se desarrolla en la etapa en que la comunidad científica opera de acuerdo con un paradigma y se dedica en exclusiva a la resolución de los enigmas planteados por éste.

Los paradigmas no son verdades completas e inamovibles y dejan muchas cuestiones como dudas por resolver; así, cuando un paradigma pierde la capacidad de dar respuesta a las interrogantes que surgen en relación con él y poco a poco se generan más evidencias que lo contradicen, éste comienza a perder credibilidad entre ciertos sectores de la comunidad científica, aunque otros más tradicionales lo defiendan a toda costa. Es en esos momentos cuando empiezan a generarse las revoluciones científicas, que culminan en el surgimiento de un nuevo paradigma que explique nuevas preguntas, o bien, en muchos casos, en la sustitución del anterior por uno nuevo.

El periodo que transcurre entre una revolución y otra es precisamente el de la ciencia normal, y el de ciencia extraordinaria es en el cual se da la revolución científica, pero, entre revolución y revolución, los investigadores hacemos ciencia normal, y en condiciones especiales, cuando un paradigma entra en crisis, algunos individuos con visión privilegiada impulsan una revolución científica.

Un paradigma es, como señala Trabulse, el esquema explicativo y el cambio en él constituye la revolución científica



Surgimiento de un paradigma a partir de la comunidad científica, y la generación de enigmas del paradigma.



Una revolución científica como resolución de una crisis, una ruptura y el surgimiento de un nuevo paradigma.

(Kuhn, 1971; Trabulsee, 1974). Kuhn explica: “la decisión de rechazar un paradigma es siempre simultánea a la de aceptar otro, y el juicio que conduce a ella involucra la comparación tanto de ambos paradigmas con la naturaleza como entre ellos mismos” (Kuhn, 1971). El cambio de paradigma acarrea una nueva perspectiva de la realidad: “En el mundo del científico, los que eran patos antes de la revolución serán conejos posteriormente” (Kuhn, 1976). Las revoluciones son episodios en los que una comunidad científica abandona la manera tradicional de ver el mundo y ejercer la ciencia, en favor de otro enfoque de su disciplina, por lo regular incompatible con el anterior (Kuhn, 1982).

Cuando los paradigmas entran en rivalidad con nuevos conceptos o teorías en un proceso de cambio o revolución científica, nos encontramos con un cambio “teórico”, en el cual los términos científicos adoptan nuevos significados, siendo irreductibles los “enunciados teóricos” de un paradigma a otro (Kuhn, 1971), lo que implica el uso del lenguaje y de formas de expresión que los partidarios de las nuevas concepciones no comparten con quienes sostienen las posturas anteriormente establecidas; esto también se ha denominado inconmensurabilidad ontológica, pues los elementos presentes en una teoría determinada no comparten enunciado alguno con teorías distintas. Tal aspecto lleva aparejada una “inconmensurabilidad sociolingüística”, pues los individuos no pueden comunicarse entre sí por los diferentes lenguajes que utilizan y son comunes sólo a ellos.

Para Kuhn, la comunidad científica es un grupo lingüístico, pues la utilización social de la palabra por sus miembros, la forma específica del habla cotidiana con términos técnicos y viceversa, la formalización de un lenguaje técnico que pasará a ser, por obra de tal comunidad, de uso cotidiano, esa es la específica fundamentación social del conocimiento científico. El resultado último es que la epistemología de ese conocimiento se reduce en parte a la sociología de la ciencia, y ésta a la sociología de sus sujetos específicos, los científicos en su propia interacción lingüística y con la sociedad en su conjunto, es decir, la sociología de la comunicación científica que comparte una jerga específica, en cuyo uso correcto ha sido socializado el aprendizaje de científico. El aprendizaje del uso correcto de una lengua científica, junto con el manejo de los instrumentos que ponen en operación sus argumentos lógi-



T.S. Kuhn y P.K. Feyerabend, en una tarde de charla.

co-deductivos, son la piedra angular de la metodología científica; se trata, pues, de un aprendizaje en absoluto distinto en lo formal al de cualquier otra lengua natural (Lamo, 1993).

La palabra inconmensurabilidad es muy llamativa y sugerente, pues nos permite entender el aislamiento y la incomunicación que se da entre los partidarios de dos teorías sucesivas o rivales, que “hablan lenguajes diferentes”, y el habla de teorías diversas es la contraparte lingüística de los mundos diferentes que habitamos, pudiendo pasar de un lenguaje a otro por medio de un cambio psicológico gestáltico, pero no por medio de un proceso de entendimiento. El nuevo uso filosófico del vocablo inconmensurable es producto de las conversaciones entre Paul K. Feyerabend y Thomas Kuhn en la Avenida del Telégrafo de Berkeley, en 1960, y se inspiró en la matemática griega, en la cual significa “sin medida común” (Hacking, 1996). Se trata de un concepto muy fructífero que puede tomar significados más allá de la inconmensurabilidad lingüística, como es el caso de la imposibilidad de comunicación entre los integrantes de diferentes estamentos gremiales, circunstancia que nos coloca ante una inconmensurabilidad socioprofesional (Ledesma Mateos y Barahona, 1999).

El establecimiento de un paradigma se ve reflejado en el surgimiento de nuevos libros de texto, los cuales determinarán la formación de los jóvenes científicos dentro del marco de los nuevos paradigmas; al respecto el propio Kuhn escribe: “En los libros aparecerán soluciones a problemas concretos que dentro de la profesión se vienen aceptando como paradigmas, y luego se le pide al estudiante que resuelva por sí mismo, con lápiz y papel o bien en el laboratorio, problemas muy parecidos tanto en método como en sustancia a los que contiene el libro de texto o los que se han estudiado en clase. Nada mejor calculado para producir ‘predisposiciones mentales’ o *Einstellungen*”, lo cual le dará a un científico en ciernes la convicción de que, con el despliegue de su ingenio, podrá resolver problemas en el marco de un paradigma determinado (Kuhn, 1982). El científico formado dentro del marco de un paradigma se incorporará al ámbito de la cien-

cia normal, cuya actividad primordial es la resolución de enigmas, los cuales implican problemas que retan y ponen a prueba al científico, nunca al paradigma, por lo que, si las cosas no resultan como se pensaba, el error es del científico y no del paradigma, y sólo cuando se comprueba que en otras manos tampoco es posible la resolución de un problema aparece la anomalía que, de generalizarse, comenzará a poner en duda el paradigma en cuestión (Kuhn, 1982).

Para el pensamiento contemporáneo el mérito de Kuhn ha sido enorme, pues si bien es cierto como señala Ian Hacking (1985) que la idea de revolución científica no es nueva, ha sido adoptada también por la epistemología francesa en la obra de Gaston Bachelard (1948), quien desde los años veinte comenzó a utilizar en gran medida la noción de “cortes”, mutaciones o rupturas en el curso del desarrollo científico. Por su parte, el francés Alexander Koyre (1957-1977), utilizando el ejemplo de Galileo plantea la importancia de una revolución en la forma de pensamiento, haciendo a un lado el énfasis en la experimentación, idea difundida por Herbert Butterfield (1957). Tanto Koyre como Butterfield, entre otros, son reconocidos por Kuhn como sus predecesores; sin embargo, eso no resta importancia a la labor del autor de *La estructura de las revoluciones científicas*, pues fue a partir de tal obra cuando comenzó a difundirse esta concepción, ya que además, al hacerlo en idioma inglés, pudo influir en muchos de los círculos científicos más consolidados. Por otro lado, la manera como inserta el concepto de revolución científica en el seno de todo un marco teórico como el que elabora le da mayor coherencia y posibilidad explicativa.

Otra vertiente de la concepción discontinuista del desarrollo de las ciencias se encuentra en las obras de Michel Foucault (1966, 1968, 1970), y de Georges Canguilhem (1976), quienes influenciados por el pensamiento de Gaston Bachelard han generado interesantísimas formulaciones acerca del desarrollo del conocimiento de la vida, además de estudiar la historia de la locura y de la medicina, y planteamientos de gran valor acerca de la relación entre el conocimiento y el poder, los cuales son muy cercanos al enfoque kuhniano, al cual complementan y enriquecen.

La obra de Kuhn de 1962 genera en torno a su categoría de paradigma una transformación radical de la historia y la filosofía de la ciencia, y acerca de ella ha surgido gran número

de polémicas entre quienes son partidarios de las nuevas ideas y aquellos que han intentado mantener la visión lineal y acumulativa del progreso científico, buscando sujetar una actividad humana altamente compleja, como es la ciencia, a rígidas estructuras lógicas, ancladas en la visión positivista de finales del siglo XIX.

La riqueza y el carácter controvertido de las tesis de Kuhn llevó, por ejemplo, a que en 1965 se celebrara en Londres el Coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia, donde se confrontaron con rigor las ideas de diferentes teóricos de la ciencia (Lakatos, 1975). Como señala Hacking: “muchos otros trabajos tuvieron ideas relacionadas, cuyo momento había llegado, pero la potencia, la simplicidad y el vigor del análisis de Kuhn fijaron la pauta. Cualquiera que se interese en la filosofía de la ciencia tiene que leer su libro” (Hacking, 1985). Sin embargo, en el año de 1974 Kuhn escribe un trabajo titulado *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, en el cual pretende hacer una revisión autocrítica de su teoría, y en especial del concepto de paradigma. Esto lo hace en respuesta a la crítica de que fue objeto, relativa a la manera poco específica como utiliza dicho concepto en *La estructura de las revoluciones científicas*, pues se ha dicho que son 22 las diferentes acepciones empleadas en el libro.

Para aclarar esto, en sus *Segundos pensamientos sobre paradigmas* Kuhn sostiene que existen dos sentidos en el uso de ese término. Hay un sentido totalizador, que “comprende todos los compromisos compartidos por un grupo científico”, existiendo además otro, que “aisla un tipo particularmente importante de compromiso, y que constituye por tanto un subconjunto del primero”. Kuhn se autocrítica cuando plantea que “el paradigma se asemeja a una entidad o propiedad cuasi mística que, como el carisma, transforma todo lo afectado por él”. Esta posición no es clara, y por ende resulta excesiva en sus alcances, tal como se aprecia en la manera como Kuhn se refiere (en esa misma página) a la transición de un periodo preparadigmático al paradigmático que todavía cree, pues “...este modelo es típico e importante, pero se le puede examinar sin hacer referencia a la primera consecución de un paradigma” (Kuhn, 1978). Lamentablemente, puede decirse que estas nuevas afirmaciones del propio Kuhn, no son explicadas de manera adecuada, y eso hace que su argumentación resulte débil y de menor alcance respecto a su obra inicial.

En relación con la obra *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, Frederick Suppe afirma acertadamente que las sugerencias de Kuhn “son demasiado importantes y en potencia demasiado valiosas para ser nubladas u oscurecidas por tales ejercicios de validación, y deseo que deje de poblar la ciencia con nuevas entidades, de modo que podamos tener más fácil acceso a esas sugerencias...” (Suppe, 1978). Para la interpretación de la historia de la biología a que se refiere el presente trabajo, y que pretende circunscribirse al marco del pensamiento de Kuhn, esta última apreciación realizada por Suppe resulta plenamente apropiada. La visión de Kuhn rompió con todos los esquemas de su época, y si bien es cierto que otros antes que él tuvieron ideas similares, su mérito radica en la claridad y contundencia de su exposición, y en la manera como fue capaz de difundir sus tesis. Por ello, a partir de la publicación de la obra mencionada, ocurrieron eventos en distintos lugares del mundo para debatir sus ideas.

La visión kuhniana también rompe con el clásico cuento de “los granitos de arena”, cuya idea es que el conocimiento científico avanza al acumularse la información, pues: “cada científico trabaja intensamente, y como cada uno aporta su granito de arena, al paso del tiempo se va construyendo el gran edificio del saber” (¡qué cursi!), pero efectivamente semejante versión idílica de las cosas es la que aparece en las concepciones tradicionalistas de la historia de las ciencias. Algo muy distinto es afirmar que la ciencia avanza por cambios bruscos, que implican fuertes modificaciones en la manera de ver el mundo y la ciencia, esto es, por revoluciones científicas que llevan a la aceptación de nuevos paradigmas y al desplazamiento o rechazo de los anteriormente vigentes, proceso que está determinado por un grupo humano que es la comunidad científica de determinada época.

La ciencia avanza por rupturas, su progreso es discontinuo y, de acuerdo con ello, las nuevas teorías no desplazan a las anteriores porque sean más correctas o mejores, sino porque se han generado las circunstancias para aceptar nuevas soluciones a los problemas y a las preguntas planteadas; así, la comunidad científica llega a poner en duda un paradigma establecido, el cual no puede resolver los enigmas derivados de él, y día con día surgen elementos contradictorios que dan lugar a una crisis. Los paradigmas adquieren su estatus como tales, debido a que tienen más éxito que otras formulaciones



Discontinuidad del progreso científico.

en lo que toca a la resolución de algunos problemas que dicha comunidad ha reconocido como importantes.

Un caso que he venido trabajando, basándome en las ideas de Kuhn, es el de la constitución de la biología como ciencia pues, por ejemplo, la aceptación de que la célula es la unidad mínima –anatómica, fisiológica y de origen– de todos los seres vivos, lo que se denomina “la teoría celular”, postulada por Schleiden y Schwann en 1838, tuvo que desplazar otras anteriores de gran prestigio, siendo la principal de ellas la teoría fibrilar –todos los cuerpos vivientes tienen como mínima expresión la fibra. La teoría celular se convierte pues en paradigma hasta conseguir que la comunidad científica reconozca que la entidad mínima de la que están hechos los cuerpos de todos los seres vivos es la célula –desde las bacterias hasta el hombre–, y que no hay nada más sencillo ni con una funcionalidad plena; sin embargo, esto ocurre hasta la segunda mitad del siglo XIX, aunque la célula haya sido “descubierta” –más bien deberíamos decir “vista”– en 1665 por Robert Hooke.

La ciencia para Kuhn no se hace por la acumulación de descubrimientos o invenciones, sino por la generación de teorías y conceptos que desplazan a otros anteriores. Esta posibilidad depende de las condiciones históricas y sociales de una época determinada, las cuales van cambiando con el tiempo. En su libro cita al Premio Nobel Max Planck, quien afirmaba que “un nuevo conocimiento no triunfa por el convencimiento de sus adversarios, sino porque éstos se mueren y viene otra generación dispuesta a aceptar nuevas cosas” (Kuhn, 1971). Esta es una realidad de la dinámica científica que Kuhn nos reveló con gran rigor en su concepción integral de la ciencia, es decir, en “una teoría de la ciencia”, que es pilar del pensamiento contemporáneo.

El origen de la vida, un ejemplo del modelo kuhniano de desarrollo histórico del conocimiento

Resulta interesante aplicar el modelo de estructura y desarrollo de las ciencias, formulado por Kuhn, a diversas disciplinas y a distintas etapas de la historia del conocimiento; para ello, en el caso de la biología trataremos a manera de ejemplo el problema del origen de la vida. De acuerdo con la concepción kuhniana, la biología se cons-

tituye como ciencia durante el siglo XIX, hasta el momento de contar con verdaderos paradigmas, los cuales constituyen la teoría celular formulada por Schleiden y Schwann (1838), la teoría de la homeostasis planteada por Bernard (1878), la teoría de la evolución propuesta por Darwin (1859) y la teoría de la herencia elaborada por Mendel (1866) y redescubierta (1900) por Correns, Tschermack y De Vries (Ledesma Mateos, 1993).

En consecuencia, el problema del origen de la vida en sentido estricto, tal como lo concibe la biología, fue formulado de manera muy reciente, dado que es imposible hablar del origen de algo cuya conceptualización no existe. Por otro lado, cuando nosotros hablamos en la actualidad del origen de la vida, nos referimos a ello desde una perspectiva que parte del establecimiento de dos de los paradigmas fundamentales de la biología, la teoría celular y la teoría de la evolución, e implica pensar en un proceso ocurrido en tiempos geológicos muy distantes (iniciado hace más de 3500 millones de años) y no a la aparición (diríamos generación) de los seres con los cuales tenemos contacto aquí y ahora.

En verdad, el concepto del origen de la vida se presta a confusiones, pues no se distingue la diferencia entre lo que sería el problema de la generación de los seres con los que inmediatamente nos relacionamos, y el del origen de los primeros seres vivos sobre la tierra, que no es lo mismo, pues en la antigüedad lo segundo no podría pensarse en los términos en que lo conceptualizamos ahora. Por ello, debe destacarse que el problema respecto al origen de la vida es resultado de la presencia de un paradigma, es decir, de la teoría evolucionista darwiniana (en el marco de otro, la teoría celular), y pudo aparecer como tal hasta las postrimerías del siglo XIX. Pero entonces, ¿cómo es posible que el mismo Alexander Ivanovich Oparin, creador de la primera teoría evolucionista sobre el origen de la vida, asegurase que este es un problema existente desde tiempos inmemoriales?

En efecto, Oparin afirma lo anterior, y con ello incurre en un grave error teórico (1970), producto del estado de desarrollo de la teoría de la historia de las ciencias en el contexto en el cual él vivió y formuló sus planteamientos. Oparin y muchos otros han pensado que el problema de la *generatio equivoca* o generación espontánea es identificable con el del origen de la vida, y en esta asimilación simplista radica el error. Podría decirse que el problema de la generación espontánea

es el del origen de la vida, pero en sincronía, esto es, se refiere a cómo se origina la vida que vemos aquí y ahora, con la cual tenemos contacto de manera directa, pero de ninguna manera es igual al problema del origen de la vida en sentido estricto, es decir, a cómo y cuándo apareció ésta por vez primera en nuestro planeta, o sea, el problema planteado en diacronía, el “tiempo largo” o geológico (Ledesma Mateos, 1996).

Dicho así, las cosas, cambian mucho, pues no es lo mismo hablar de la aparición de los seres vivientes concretos y actuales, que del surgimiento de aquéllos primeros, con los cuales el fenómeno de la vida hace su aparición, y para plantearse esto último es necesario contar con marcos distintos de asimilación de la realidad, tal como se derivan del advenimiento del paradigma evolucionista. Por todo ello, al referirnos al problema del origen de la vida en forma sincrónica, es preferible hablar del relacionado con la generación de los seres y dejar la denominación “origen de la vida” para el problema en diacronía.

Pero el problema del origen de la vida, diacrónicamente entendido, tiene raíces en el que le precedió, el de la generación de los seres y, así, la consolidación de la teoría Oparin-Haldane como paradigmática requirió de una ruptura o corte epistemológico con la concepción preparadigmática existente. Aquí resulta oportuna la utilización del término preparadigma, dado que es imposible hablar de paradigmas en un contexto en el que, si bien existe actividad científica, no se puede hablar de comunidad científica estructurada e intersubjetiva, lo que el mismo Kuhn define como periodo preparadigmático.

Por todo lo anterior, la generación espontánea no está en línea con el origen de la vida, pero en ese afán idílico por encontrarle paternidad a todo y hacer historias lineales, en una forma incorrecta se le coloca como “antecedente directo”, cuando en realidad el primer enfoque de la idea de generación es entenderla como reproducción, por lo que hay una generación normal o reproductiva y otra espontánea o heterogénesis.

En el mundo antiguo imperó la idea de que los seres vivos pueden originarse en la materia inorgánica, esto es, por generación espontánea, o bien en materia putrefacta, lo que se llama heterogénesis (Farley, 1977), y esto fue algo universalmente aceptado en aquellos tiempos, y por tanto podemos decir que constituye un preparadigma mantenido de manera hegemónica hasta fines del siglo XVII, cuando Francesco Redi, poeta, anti-

cuario, médico y naturalista florentino, publicó sus sencillos pero interesantes experimentos (1667), en los cuales demuestra la imposibilidad de la generación espontánea en los organismos conocidos en su época, los microscópicos.

Como Charles Singer señala: “Los experimentos de Redi son inequívocos dentro de su alcance, e irrefutables sus argumentaciones en cuanto se refieren a las moscas carnívoras. Verificaba sus operaciones con lo que hoy se llama “método de los testigos” (controles) (Singer, 1947). F. Redi publicó el resultado de su trabajo en una obra titulada *Esperienze intorno alla generazione degli insetti* (Observaciones sobre la generación de los insectos), en la cual afirma:

Empecé a creer que todos los gusanos hallados en la carne derivaban de moscas y no de la putrefacción. Lo confirmé al observar que, antes de agusanarse, sobre la carne revoloteaban moscas exactamente de la misma clase que luego se creaban en ella. La creencia no confirmada por experimentos es vana. Puse, en consecuencia, una víbora (muerta), un pez y un trozo de carne de ternera en cuatro grandes frascos de boca ancha. Los cerré y sellé. Luego llené el mismo número de frascos en igual forma, dejándolos abiertos, y se veían moscas que constantemente entraban y salían de ellos. La carne y el pescado allí guardados se agusaron, pero en los frascos cerrados no había gusanos, aunque el contenido estaba podrido y hedía. Afuera, en la tapa de los frascos cerrados, algunas larvas buscaban ansiosamente alguna hendidura para penetrar, de manera que la carne de animales muertos no puede engendrar gusanos a menos que sean depositados en ella huevos de seres vivos.

En vista de que el aire había sido excluido de los frascos cerrados, realicé un nuevo experimento para evitar toda duda. Puse carne y pescado en un vaso cubierto con gasa. Para mejor protección contra las moscas, lo coloqué en un armazón también recubierto con gasa, y jamás vi gusanos en la carne, aunque había muchos en el armazón y, de cuando en cuando, algunas moscas se posaban en la zona externa y sobre ella depositaban sus huevos (Singer, 1947).

A pesar de que Singer aceptó contradictoriamente la generación espontánea de los insectos que surgen de las agallas

de las plantas, afirmación refutada de manera certera por Valisnieri en 1700, es frecuente atribuir a Redi el mérito de haber destruido la creencia en la generación espontánea, aunque esto no duró por mucho tiempo. Redi refuta la idea de la *generatio equivoca*, pero sólo en el mundo microscópico, y como a menudo ocurre en esta vida, cuando por fin encontramos las respuestas, cambian todas las preguntas, y se da también un cambio de problemática y de marcos de interpretación de la realidad al descubrirse el microscopio, por medio del cual, hombres como Anton van Leeuwenhoek de Delft, hizo evidente desde 1645 la existencia de los microorganismos, descubrimiento presentado ante la Royal Society en 1673. Este también hizo patente en 1673 la existencia de los glóbulos rojos de la sangre, de los infusorios en 1675, de los espermatozoides en 1677 (en verdad fue Luis Hamm quien los descubrió, pero Leeuwenhoek los describió y asoció con la generación) y de las bacterias en 1683.

Tenemos aquí el nuevo planteamiento preparadigmático de que en el mundo de los organismos microscópicos es donde ocurre la generación espontánea y, de ahí, el enfrentamiento entre dos concepciones preparadigmáticas que pugnan por erigirse como verdaderas, la abiogenista que sostiene la validez de la *generatio equivoca* en el mundo microscópico, y la biogenista, que afirma que todo ser viviente debe proceder de un progenitor similar que le dé origen. El enfrentamiento entre estas dos concepciones abarca un interesante periodo histórico, previo a la etapa de constitución de la biología como ciencia, y refleja en buen grado la tesis kuhniana relativa a que en el periodo anterior a la constitución de una ciencia existen varias escuelas o posiciones encontradas que se disputan la legitimidad.

Este es el marco en el cual se dan las famosas polémicas entre John Turberville Needham y Lazzaro Spallanzani, quienes calentaron caldos e infusiones, sometiéndolos a ebullición para eliminar los microorganismos y observar si se producían nuevamente. El primero calentó caldo de carnero en un recipiente que luego cerró con un tapón de caucho y selló con mastiche para evitar la entrada del aire; a pesar de ello, al observar una muestra al microscopio tiempo después aparecieron los microorganismos. Spallanzani lo refuta, sosteniendo que no basta con la ebullición para eliminar los microorganismos, sino que es necesario considerar el tiempo en que ésta

se realiza, y además sellar de manera previa el recipiente para evitar el contacto con el aire; para ello, Spallanzani selló las ampollitas con un soplete, y más tarde pudo observar que no se formaron microorganismos en ellas. No obstante, los partidarios de la generación espontánea sostuvieron en contra de esta evidencia que el sellar los recipientes previamente a la ebullición e impedir el contacto con el aire arruinaba o impedía la acción del principio vital contenido en el aire, idea que se fortalecía con el argumento de que la “función vital es la respiración”.

En el siglo XIX, la polémica continuaba y tuvo su punto de culminación en el enfrentamiento teórico entre Louis Pasteur y Félix Archimède Pouchet, quien sostenía que los microorganismos producidos tras la fermentación y la putrefacción se generaban de manera espontánea, debido al puro hecho de sus cambios químicos; para él, la fermentación era el estado inicial del proceso por el cual los seres vivos se originan de “la descomposición de la sustancia orgánica existente” (Nordenskiöld, 1949), lo cual fue plenamente refutado por la argumentación teórica de Pasteur, relativa a la fermentación, y por sus geniales experimentos. El sostuvo que los organismos microscópicos responsables de la fermentación provenían del aire, y para comprobarlo hizo pasar éste por filtros de algodón y encontró que al sumergir el mismo en agua, se habían retenido millares de pequeños microbios. Por otra parte, hizo ebullición caldos nutritivos, sellando herméticamente los frascos que los contenían, y demostró que, al faltar el contacto con el aire, no hay producción de estos seres.

Ante la objeción de la necesidad de aire, el cual contiene el principio vital o vivificador, Pasteur sometió sus caldos esterilizados al aire más limpio de las altas montañas, sellando luego sus recipientes y mostrando nuevamente que no había producción de vida, y dada la reiteración de las objeciones realizó el experimento de los “matraces de cuello de cisne”, que le fue sugerido por el boticario Balard (De Kruiff, 1986), el cual consiste en la elaboración de matraces con el cuello curvado en forma de “S” (como el de un cisne), en los que se esterilizan los caldos de cultivo por ebullición, y luego de ello los gérmenes presentes en el aire no pueden entrar en contacto con el caldo, pues se retienen al adherirse en la curvatura del cuello del matraz.

Así, en 1861, el trabajo de Pasteur liquida de manera defi-



Esquema de rupturas en el caso de la historia del origen de la vida



Condecoración a Pasteur, ejemplo del modo de operar de una comunidad científica consolidada.

nitiva el problema de la *generatio equivoca*, pero esto ocurre en un contexto en el que los marcos interpretativos son distintos a los que enfrentaron Redi o Spallanzani, dado que en 1859 había sido publicado *El origen de las especies* de Charles Darwin, y por lo tanto estaba en marcha el proceso de consolidación de uno de los paradigmas fundamentales de la biología, cuando el problema de la evolución se encontraba ya en el tapete del debate, circunstancia que ahora sí conducía a la formulación del problema del origen de la vida en un sentido diacrónico, y hacía que el tema de la generación tuviese implicaciones más allá de las relativas a la forma como se originan los microorganismos de un caldo.

Pasteur era un ferviente y devoto católico, y no es ocioso pensar que su ideología hubiese influido en su interés por erradicar la creencia en la generación espontánea, para así impedir que fuera un elemento más de sustento en el rechazo del creacionismo. En efecto, cuando Pasteur eliminó la teoría de la generación espontánea, la ciencia materialista se quedó en un callejón sin salida. La idea de la *generatio equivoca* era invocada tanto por los partidarios del vitalismo como por los del materialismo; los vitalistas la atribuían a la manifestación de la acción divina (o demoniaca), y los materialistas la consideraban como una posibilidad de que la materia inanimada generara la vida. Sin embargo, al momento de eliminarla por medio de la investigación de Pasteur, este último argumento ya es imposible de sostener y sólo queda como opción aceptable la del creacionismo. Se tenía por tanto en ese momento una explicación probable del proceso de evolución de las especies, mas no del origen primigenio de los seres vivos, lo cual consistía una severa deficiencia

Así, quedó formulada una nueva problemática y se estableció un nuevo paradigma, el de la imposibilidad de la generación espontánea, considerándose el trabajo de Pasteur como otra revolución científica que, por tanto, implicaba una ruptura epistemológica. La manera de encontrar la salida al callejón del que hablamos con anterioridad fue buscada durante varios decenios por muy destacados científicos, y por una parte surgió la perspectiva del origen extraterrestre de la vida, mientras que por la otra, se reafirmaba la del evolucionismo.

En la vertiente del origen extraterrestre de la vida, que implica la idea metafísica de la eternidad, hicieron formulaciones

personajes como Svante Arrhenius en Holanda y Lord W. Kelvin en Inglaterra, quienes plantearon las teorías de la Cosmozoa y de la Panspermia, la primera de las cuales sostiene que las esporas de los organismos viajan con el polvo cósmico, a manera de nubes, y la segunda afirma que los seres vivos llegaron de otros planetas por medio de esporas transportadas en meteoritos.

Desde la perspectiva evolucionista, las principales tendencias a este respecto fueron la de Ernest Haeckel en Alemania, quien afirmaba que los organismos primigenios, a los que el llamó plastídulas, se formaron por un proceso material llamado perigénesis o actividad modeladora de las fuerzas físicas sobre la materia inorgánica; la de Tito Glios Tos en Italia, que antecedió a Oparin en la idea de que la vida pudo haberse originado por medio del fenómeno fisicoquímico de formación de coacervados, y la de Alfonso L. Herrera en México, que elaboró sus interesantes modelos a partir del tiocianato de amonio y del formaldehído, llamados sulfobios, así como los de aceite de oliva, gasolina, hidróxido de sodio y hematoxilina, a los que dio el nombre de colpoides.

Cabe señalar, con gran orgullo y satisfacción, que en este aspecto las contribuciones del gran científico mexicano don Alfonso L. Herrera son de las más avanzadas en su época, situación a la que científicos de fama internacional en este campo han dado crédito (Oparin, 1978, en Lazcano y Barrera, 1978; Fox y Dose, 1972).

Sin embargo, es hasta el año de 1924 cuando A.I. Oparin publica su libro *El origen de la vida en la Tierra*, donde aparece la primera explicación materialista coherente sobre el problema del origen de la vida, replanteando el obstáculo presentado por Pasteur, bajo el marco del paradigma evolucionista darwiniano. En su estado primitivo, el planeta Tierra se encontraba en condiciones ambientales radicalmente distintas a las actuales, por lo que ahí era posible un proceso de síntesis prebiológica de biomoléculas, las cuales entrarían en una fase de evolución química que generaría estructuras de mayor complejidad, dando origen a sistemas que pasarían a una etapa de evolución prebiológica, luego de lo cual, estos primitivos seres vivos estarían sujetos a la evolución biológica. Dado que en 1928, J.B.S. Haldane llegó a una formulación muy similar, hablamos en la actualidad de la teoría Oparin-Haldane, la cual hasta después de los trabajos de Stanley Miller en 1953,

REFERENCIAS

- Bachelard, G. *La formación del espíritu científico*, Buenos Aires, 1948, Editorial Argos.
- Butterfield, H. *The Origins of Modern Science*, New York, 1957, The Free Press.
- Canguilhem, G. *El conocimiento de la vida*, Barcelona, 1976, Editorial Anagrama.
- De Kruiff, P. *Cazadores de microbios*, Barcelona, 1986, Editorial Salvat.
- Farley, J. *The Spontaneous Generation Controversy from Descartes to Oparin*, Baltimore, 1977, The Johns Hopkins University Press.
- Foucault, M. *El nacimiento de la clínica*, México, 1966, Siglo XXI editores.
- _____. *Las palabras y las cosas*, México, 1968, Siglo XXI editores.
- _____. *La arqueología del saber*, México, 1970, Siglo XXI editores.
- Fox, S., y K. Dose. *Molecular Evolution and the Origin of Life*, San Francisco, California, 1972, W.H. Freeman.
- Hacking, I. *Revoluciones científicas*, México, 1985, Fondo de Cultura Económica.
- _____. *Representar e intervenir*, México, 1996, Edit. Paidós.
- Koyre, A. *From the Closed World to the Infinite Universe*, Baltimore, 1957, The Johns Hopkins University Press.
- _____. *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, 1977, Siglo XXI editores.
- Kuhn, T.S. *La estructura de las revoluciones científicas*, México, 1971, Fondo de Cultura Económica.
- _____. *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, en Suppe, F., *op.cit.*
- _____. *La tensión esencial*, México, 1982, Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I., y A. Musgrave (eds.) *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, 1975, Ed. Grijalbo.
- Lamo, E., et al. *Sociología del conocimiento y de la ciencia*, Madrid, 1993, Alianza Universidad.
- Lazcano, A., y A. Barrera. *El origen de la vida, simposio conmemorativo en homenaje a Alexander Ivanovich Oparin*, México, 1978, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ledesma Mateos, I. "Biología: ¿ciencia o naturalismo? *Ciencia y Desarrollo*, vol. XIX, (110), México, 1993, pp. 70-77.
- _____. "Developmental Biology: Brief History of its Establishment", *Bol. Estud. Med. Biol.*, 44, México, 1996, pp. 42-43.
- Ledesma Mateos, I., y A. Barahona. "Alfonso L. Herrera e Isaac Ochoterena: La institucionalización de la biología en México", *Historia Mexicana*, México, 1999, p. 191.
- Nordenskiöld, E. *Evolución histórica de las ciencias biológicas*, Buenos Aires, 1949, Edit. Espasa Calpe.
- Oparin, A.I. *El origen de la vida sobre la Tierra*, Madrid, 1970, Edit. Tecnos.
- _____. "Los conceptos contemporáneos en torno a los procesos del origen de la vida", en Lazcano, A. y A. Barrera, *op. cit.*
- Singer, Ch. *Historia de la biología*, Buenos Aires, 1947, Edit. Espasa Calpe.
- Suppe, F. "Ejemplares, teorías y matrices disciplinares", en *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, 1978, Edit. Tecnos.
- Trabulse, E. *Ciencia y religión en el siglo XVII*, México, 1974, El Colegio de México.

sería aceptada mundialmente, convirtiéndose en un nuevo paradigma.

En el ejemplo de la historia del origen de la vida podemos aplicar claramente las diferentes categorías del modelo kuhniano de desarrollo científico, ubicando la etapa de una preciencia, así como los procesos que conducen a la transición hacia una etapa de científicidad definida, circunstancia que va aparejada al proceso de constitución de la biología como ciencia al momento que se dio el establecimiento de sus paradigmas

fundamentales (Ledesma Mateos, 1993). Aquí encontramos la presencia de nuevos problemas, de enigmas, de crisis, de rupturas y de una revolución científica que consiste en la aceptación universal de la biogénesis por la comunidad científica, como consecuencia del trabajo de Pasteur. Por ello, el estudio del desarrollo del problema de la generación de los seres y, posteriormente, del origen de la vida, resulta de utilidad para resaltar el valor explicativo y el poderío del pensamiento de Thomas S. Kuhn. ●



Vista de la Bahía de Guaymas, Sonora, donde se descargan las aguas municipales sin tratamiento alguno (fotografía del autor).



LA CONTAMINACION Y POLUCION COSTERA

FEDERICO PAEZ OSUNA

Introducción

Para mantener o mejorar la calidad de las aguas naturales es preciso conocer los flujos y las propiedades de los materiales movilizados por las actividades humanas, que alteran su composición (contaminación) o que pueden provocar pérdida de los recursos (polución), tales como la destrucción del hábitat y los daños que sufren de manera directa o indirecta los organismos. Desafortunadamente, los episodios de la contaminación marina han sido identificados en general por las grandes catástrofes ocurridas, como la mortandad de la Bahía de Minamata (Japón) entre los ciudadanos locales, quienes sufrieron intoxicaciones por metilmercurio; la reducción de la población de aves que consumen peces, debido al DDT incorporado, o al exterminio masivo de ostras de cultivo en la Bahía d'Arcachon, Francia, a consecuencia de la exposición al tributilo de estaño.

El Grupo de Expertos sobre Aspectos de la Contamina-

ción Marina (GESAMP, por sus siglas en inglés) destacó recientemente la naturaleza destructiva del incremento acelerado de la población en la zona costera, al construirse puertos e instalaciones industriales y desarrollos turísticos, además de la práctica de actividades acuícolas. El crecimiento de los asentamientos y las ciudades está dando lugar a un aumento de la tasa de erosión, al mismo tiempo que alteran y destruyen playas, arrecifes coralinos, humedales y bosques de manglar.

El informe del GESAMP enlistó los niveles de crecimiento de los contaminantes que podrían a su vez convertirse en polucionantes y poner en riesgo los recursos de la zona costera, y fueron incluidos en tal categoría los nutrientes de las plantas, microbios patógenos, plásticos, hidrocarburos clorinados, componentes del petróleo, radionúclidos y metales pesados. A continuación se presenta la definición de contaminación y polución marina, se detallan los principales tipos de desechos que llegan a las costas del mundo y se explica en qué consiste el monitoreo de las costas.

¿Qué es la contaminación y polución costera?

Todos los casos de contaminación, incluidos los que se presentan en las aguas costeras, tienen ciertas características en común: (i) la presencia del contaminante; (ii) una fuente de aporte o suministro del mismo; (iii) un medio de transporte, que en este caso generalmente es el agua, e (iv) un receptor, que puede ser el cuerpo de agua (bahía, estuario, laguna costera, mar marginal o el océano mismo), o bien, una comunidad o población de organismos.

De acuerdo con el GESAMP, la polución se refiere a la introducción hecha por el hombre en el ambiente marino, directa o indirectamente, de sustancias o energía que provocan efectos adversos, tales como el detrimento de los recursos vivos, los desechos que ponen en riesgo la salud humana, y también aquellos que deterioran las actividades marinas, incluyendo las pesquerías, la alteración de la calidad del agua marina y la reducción de las zonas recreativas. Otra definición utilizada es la que se refiere tanto a la contaminación marina como a la presencia de sustancias en las aguas, sedimentos y organismos en concentraciones por arriba de los niveles naturales (básicos) para el área y para el organismo en cuestión. Así, la contaminación pasa a ser polución cuando se manifiestan los efectos adversos (negativos) de concentraciones elevadas en los ecosistemas y organismos. Resulta conveniente aclarar este tipo de definiciones, ya que en la mayoría de los textos y revistas científicas se emplean los términos de polución y contaminación (*pollution* y *contamination* en inglés) de manera indistinta.

¿Qué desechos llegan al mar?

De acuerdo con la naturaleza de los materiales que se constituyen en contaminantes se tiene la siguiente categoría de adiciones al medio costero:

A. Desechos degradables. Con mucho, el volumen más grande de materiales que se descargan en las aguas costeras



Vista de una planta de tratamiento primario, la cual ha resultado insuficiente para tratar las aguas municipales en Mazatlán, Sinaloa (fotografía del autor).

está compuesto de materia orgánica, la cual está sujeta al ataque bacteriano. Esencialmente, este es un proceso oxidativo en el que los compuestos orgánicos se reducen a compuestos inorgánicos más estables, tales como el bióxido de carbono (CO_2), el agua (H_2O) y los nitratos (NO_3^-). Ejemplo de estos detritos es una parte de los desechos urbanos, agrícolas, de la industria alimentaria, de las cervecerías, de las industrias del papel y la química, así como los derrames de petróleo.

Tales desechos no son diferentes a los restos de plantas y animales, que también están sujetos a la descomposición bacteriana; sin embargo, la materia orgánica se acumula cuando el aporte rebasa la tasa de descomposición. Dicha tasa de descomposición bacteriana de la materia orgánica depende de la temperatura, de la disponibilidad de oxígeno y de otros factores, pero si éstos se vuelven limitantes la tasa cae, y por ende la capacidad de las aguas de recibir desperdicios orgánicos sin acumularse también se reduce. Si el aporte de materia orgánica es grande aparece una intensa actividad bacteriana, hasta que los procesos oxidativos de degradación influyan en el suministro de oxígeno disuelto en el agua, provocando así condiciones hipóxicas o anóxicas. En este caso, la degradación posterior depende de la actividad de las bacterias anaeróbicas, las cuales producen metano (CH_4), amonio (NH_3) y ácido sulfhídrico (H_2S).

La acumulación de la materia orgánica y la desoxigenación de las aguas tienen efectos importantes sobre la fauna y la flora, y cuando existen muy bajos niveles de oxígeno, innu-



Típica vista de un dren colector de las aguas de escurrimiento agrícola, que descarga sus efluentes en las costas del noroeste de México (fotografía del autor).

merables plantas y animales quedan excluidos. Así, si el aporte de los desechos orgánicos está dentro de la capacidad de las aguas receptoras, esto podría implicar enriquecimiento y beneficio en primera instancia para las plantas, pero cuando la capacidad de las aguas receptoras se excede, la acumulación de la materia orgánica y el desarrollo de las condiciones anóxicas producen un deterioro de la fauna y la flora.

B. Fertilizantes. Los fertilizantes agrícolas pueden tener un efecto similar al de los desechos orgánicos, pues los nitratos y fosfatos se aplican a las tierras y de allí son llevados a las aguas costeras a través de los ríos y diferentes tipos de escurrimientos. En las aguas costeras los fertilizantes incrementan la producción fitoplanctónica, algunas veces en una extensión tal que la acumulación de los remanentes muertos de las plantas, depositados sobre los fondos, produce condiciones anóxicas.

C. Desechos disipativos. Existe buen número de descargas industriales que llegan a las aguas costeras y que pierden rápidamente sus propiedades perjudiciales después de entrar en ellas. De este modo, los efectos que puedan tener quedan confinados a las áreas inmediatas al punto de descarga, aunque la extensión de la zona depende de la tasa de esa descarga, o de las corrientes, etc. Ejemplo de este tipo de desechos lo constituyen los ácidos y álcalis, cuyo efecto es muy localizado; los cianuros, que se disocian con rapidez en el agua de mar, y las aguas sobrecalentadas de las termoeléctricas, cuya disipación de calor depende del mezclado del agua caliente con la fría.

D. Particulados. El material particulado inerte puede obstruir las estructuras de alimentación y de respiración de los animales al reducir la fotosíntesis de las plantas y disminuir la penetración de la luz, y cuando ésta se deposita en el fondo puede asfixiar a los organismos y cambiar la naturaleza del mismo. En tales materiales se incluyen los plásticos (polietileno, nailon, poliestireno), el material dragado, los desperdicios del carbón y diferentes desechos arcillosos.

E. Desperdicios conservativos.

Existe una serie de materiales que no están sujetos al ataque bacteriano ni son disipados, pero resultan reactivos de varias maneras para las plantas y los animales, algunas veces con efectos nocivos. Estos pueden ser: (i) metales pesados, como el mercurio, plomo, cobre y zinc; (ii) hidrocarburos halogenados, tales como los PCBs, el DDT y otros pesticidas clorinados; (iv) compuestos orgánicos organofosforados, y (v) la radioactividad.

Por otra parte, considerando las fuentes que originan la contaminación de las aguas costeras de México, éstas pueden ser clasificadas en:

1. Fuentes directas que provienen de las actividades desarrolladas dentro de las áreas circundantes a las aguas costeras, por ejemplo en la planicie, e incluyen los efluentes municipales, las descargas industriales, los escurrimientos de las actividades agrícolas y de la acuicultura, involucrada también la descarga de materia orgánica y nutrientes, los metales pesados, los fertilizantes, plaguicidas (organoclorados y organofosforados) y los derrames petroleros, que frecuentemente se asocian con las actividades de las embarcaciones en las áreas portuarias.

2. Fuentes no puntuales, que incluyen contaminantes ocasionados por las diversas actividades realizadas en tierra y que se localizan relativamente lejos de la planicie costera; éstas involucran sobre todo a los nutrientes, metales y plaguicidas que provienen de la agricultura, y contaminantes atmosféricos.

¿Se puede monitorear la contaminación costera?

Al preguntárseme por parte de gente bien intencionada (ya sea estudiantes o periodistas) sobre cómo están de contaminadas las aguas costeras de determinado lugar de México, uno quisiera tener alguna herramienta y una escala adecuada para poder dar respuestas concretas y precisas; sin embargo, no es así y a los dedicados a combatir la contaminación costera les resulta muy difícil proporcionar datos exactos al respecto. Podemos determinar con muy buena precisión los niveles de concentración en las aguas y sedimentos costeros de gran variedad de contaminantes, pero no con la misma certidumbre que quisiéramos, el estado de salud de los ecosistemas costeros. Alternativamente, y con el propósito de diagnosticar el grado de contaminación costera, han surgido estrategias diversas de comparación, entre las cuales prevalecen como más aceptados los programas de monitoreo costero.

Para investigar y monitorear la contaminación costera se utilizan generalmente dos estrategias: a) el análisis directo de los contaminantes que se asocian con los desechos conservativos (metales pesados, pesticidas, hidrocarburos del petróleo) existentes en los diferentes compartimentos de los ecosistemas (agua, sedimentos y organismos), y b) cuantificación de los efectos adversos producidos por los contaminantes sobre los organismos vivos, registrando de algún modo los de carácter biológico donde existen áreas contaminadas y evaluando directamente los efectos perjudiciales.

En relación con la primera de las estrategias, la mayoría de los investigadores está a favor de emplear organismos, y las especies seleccionadas se denominan centinelas, bio-

indicadores o biomonitores. Usar estos organismos tiene diversas ventajas sobre el empleo del agua y los sedimentos; los organismos registran de cierta manera la acumulación de los contaminantes en forma integrada durante periodos de semanas o meses, eliminándose así la necesidad de hacer muestreos



Panorámica de un sistema lagunar costero con la presencia de manglares (fotografía del autor).



Vista superior de los bosques de manglar, los cuales constituyen un hábitat clave para el crecimiento y desarrollo no sólo de crustáceos, moluscos y peces sino de aves (fotografía del autor).



Vista de las raíces de manglar con la presencia del mejillón *Mytella strigata*, un candidato biomonitor de la contaminación costera en el Pacífico tropical mexicano (fotografía del autor).

frecuentes como en el caso del agua. Adicionalmente, el uso de biomonitores circunscribe la necesidad de hacer suposiciones acerca de la disponibilidad biológica de los contaminantes, la cual es necesaria en los otros métodos de estudio. Sin embargo, existen desventajas con el empleo de los biomonitores, como la de introducir variables biológicas (edad, sexo, tamaño, etapa reproductiva) y diferentes respuestas en cuanto a la disponibilidad de los contaminantes para las diversas especies, las cuales pueden dificultar la interpretación de los resultados obtenidos.

En países de latitudes templadas se ha adoptado el empleo de los mejillones como biomonitores, debido a que constituyen organismos sésiles, con amplia distribución geográfica a lo largo de las costas y estuarios, y son capaces de adaptarse a las variaciones ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y disponibilidad de alimento; además, por sus hábitos alimenticios resultan excelentes filtradores para acumular en sus tejidos una amplia variedad de compuestos químicos que se hallan presentes en las aguas donde habitan.

Aunque los mejillones poseen la mayoría de los requerimientos de un biomonitor, no son ideales en todos los aspectos, debido a que sus poblaciones no se extienden a las costas tropicales y subtropicales. La especie más estudiada mundialmente y quizá con mayor distribución es *Mytilus edulis*, que se encuentra en casi todas las costas del mundo, pero no en las tropicales y subtropicales. Alternativamente, en las costas tropicales se hallan presentes otras especies de bivalvos, de las cuales sobresalen los ostiones por su abundancia y distribu-

ción. En el Pacífico mexicano, en las aguas más frías que llegan a las costas de la península de Baja California, existe el mejillón *Mytilus californianus*, mientras que en el resto del litoral aparece el ostión *Crassostrea iridescens* sobre las costas rocosas y, dependiendo del régimen halino, los ostiones *Crassostrea palmula* y *Crassostrea corteziensis*, así como el mejillón *Mytella strigata* en las bahías, esteros y lagunas costeras. En la parte del Golfo de México se cuenta con varias especies candidatas, sin embargo, la que ha sido más estudiada y ofrece mejores expectativas es el ostión *Crassostrea virginica*. ●

BIBLIOGRAFIA

1. GESAMP. *The State of the Marine Environment*, IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP, London, 1990, Blackwell Scientific Publications, 146 p.
2. Clark, R.B. *Marine Pollution*, Oxford, New York, 1989, Clarendon Press, 220 p.
3. Páez Osuna, F.; S.R. Guerrero Galván, y A.C. Ruiz Fernández. "The Environmental Impact of Shrimp Aquaculture and the Coastal Pollution in Mexico", *Marine Pollution Bulletin* (en prensa).



RESPIRAMOS POR LOS PULMONES O POR LAS MITOCONDRIAS

.....

MINA KONIGSBERG FAINSTEIN

Hace años, en cierta reunión, oí cómo un amigo le comentaba a otro que yo había escrito un libro sobre respiración (de hecho trata sobre la cadena respiratoria mitocondrial); pasado un rato, un tercer amigo llegó a felicitarme por mi obra sobre “los pulmones”, y fue entonces cuando me dí cuenta de que la mayoría de la gente no sabe que la respiración pulmonar es un intercambio de gases, mientras que la verdadera maquinaria para obtener la energía se encuentra en las mitocondrias, donde el oxígeno que respiramos por los pulmones oxida los alimentos que comemos, específicamente los azúcares.

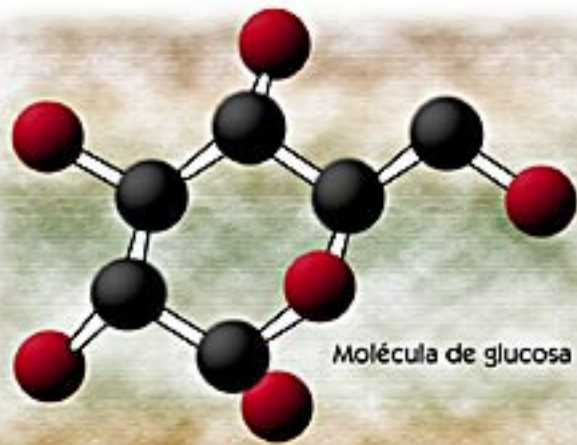


Figura 1. Representación de una molécula de glucosa. Las bolas negras representan moléculas de carbono y las rojas moléculas de oxígeno (Stryer, 1988).

Pero ¿qué significa eso de oxidar azúcares para obtener energía? Todos los alimentos que consumimos se pueden clasificar, principalmente, ya sea como proteínas, grasas o azúcares, y estos compuestos pueden transformarse unos en otros; sin embargo, la energía que requieren los organismos para moverse, trabajar, pensar, etc. sólo se obtiene de los azúcares, también llamados carbohidratos. De ellos existen muchos distintos y el que utiliza el organismo es la glucosa, un carbohidrato de seis carbonos unidos entre sí, formando una especie de hexágono (véase fig. 1). El término oxidar significa, entre otras cosas, llenar de oxígeno, y la forma como la glucosa está lo más oxidada posible es cuando cada uno de sus seis carbonos se encuentra unido a los oxígenos. Si la molécula de glucosa se oxidara totalmente se obtendrían seis moléculas de bióxido de carbono (que es la manera más oxidada en la que se puede encontrar un átomo de carbono), de manera que el oxígeno que inhalamos, gracias a la acción de los pulmones, oxida o “quema” la glucosa, para formar el bióxido de carbono (CO₂) que después exhalamos.

Hígado, célula y mitocondria

Antes de explicar el fenómeno de la respiración hay que ubicarlo en el lugar en donde se realiza. Pensemos en un adulto que pesa 70 kg, y cuyo cuerpo se mantiene en buen estado gracias al funcionamiento de los sistemas que lo componen (nervioso, digestivo, etc.). Cada sistema está formado por órganos; tomemos por ejemplo el hígado, cuyo peso en un adulto de ese peso es de 2.5 a 3.5 kg y está formado por diferentes tipos celulares (hepatocitos, células sinusoidales, células estelares, etc.). Existen alrededor de 250 mil millones de células en un hígado normal adulto y



Figura 2. Esquema que muestra las partes de una mitocondria (De Robertis, E.D.P. y De Robertis, E.M.F., 1984).



Figura 3. Fotografía de microscopio electrónico de una mitocondria (De Robertis, E.D.P. y De Robertis, E.M.F., 1984).

dentro de cada célula se encuentran diversos organelos, cada cual con una función específica. El que nos interesa es la mitocondria, un organelo al que tradicionalmente se le ha atribuido la forma de “frijolito”. Su tamaño es variable, con aproximadamente 0.5 µm (micrómetros = 10⁻⁶ metros) de ancho y una

longitud hasta de 7 μm , y cada una de las 250 mil millones de células del hígado posee de mil a 1 600 mitocondrias.

Internémonos dentro de una de ellas para ver cómo es y cómo funciona. Estructuralmente, las mitocondrias están formadas por dos membranas: una externa que permite el libre acceso de gran cantidad de sustancias del exterior, y una interna que es muy impermeable al paso de sustancias, es decir, restringe el acceso de los compuestos. Ambas membranas son de naturaleza lipídica, lo cual significa que están formadas por lípidos o grasa, algo así como aceite gelatinoso. Separando las membranas queda un sitio acuoso llamado espacio intermembranal, y en el interior de la mitocondria también hay otro espacio acuoso denominado matriz mitocondrial (véanse figs. 2 y 3). Tanto en las membranas como en la matriz y el espacio intermembranal hay gran cantidad de proteínas con funciones de catálisis o transformación, llamadas enzimas.

Oxidación de los alimentos

Veámos qué sucede cuando comemos un pedazo de manzana. Primero debe masticarse para posteriormente ser digerido en el estómago, pues los azúcares obtenidos de este proceso se absorben por el torrente sanguíneo a través de las paredes del intestino delgado, y una vez en la sangre son transportados al hígado y almacenados en forma de glucógeno, para cuando el organismo los necesite. Si nos encontramos en un momento de estrés, porque vamos a correr, realizar un examen, o simplemente deseamos llevar a cabo cualquier función normal como caminar o trabajar, el cuerpo necesita obtener energía, de manera que manda una señal al hígado para que éste libere el azúcar de su almacenamiento y pueda llegar hasta las células. Pero existe un problema, la glucosa es una molécula muy grande y no puede entrar libremente a las células, por lo que necesita la ayuda de una hormona llamada insulina, que se pega a la membrana celular y desencadena un mecanismo, mediante el cual le avisa a ésta que los niveles de azúcar en la sangre han aumentado. En ese momento se abren las entradas específicas para la glucosa, y así puede pasar libremente al interior celular. Una vez que está adentro empieza el proceso de oxidación de la glucosa y la obtención de energía. El oxígeno que se utiliza para oxidar la glucosa es el que respiramos por los pulmones

y viaja en la sangre transportado por la hemoglobina, hasta llegar a los capilares donde se realiza el intercambio por el CO_2 (recordemos que el CO_2 es el producto de la oxidación ya terminada).

Pero regresemos a ver qué pasa con la glucosa en el interior de la célula. Lo primero que le sucede es un fenómeno conocido como glucólisis, fenómeno muy parecido a la fermentación que realizan las bacterias en los vinos para producir el alcohol. La glucólisis se lleva a cabo en el citosol de las células, por la acción de las enzimas que mediante una serie de reacciones logran obtener dos moléculas de tres carbonos cada una, a partir de una molécula de seis carbonos como era la glucosa. Durante este proceso se obtiene por primera vez parte de la energía que la célula puede utilizar para sus necesidades. La energía se encuentra en forma de moléculas de ATP (trifosfato de adenosina), que son las encargadas de almacenar la energía celular. Como se verá más adelante, la energía obtenida durante la glucólisis es muy poca si se la compara con la que se obtendrá en la fosforilación oxidativa (proceso que se lleva a cabo en la membrana interna mitocondrial y que se discutirá posteriormente). Sin embargo, existen muchos organismos, sobre todo bacterias y hongos, que obtienen toda su energía sólo de la glucólisis. Además de lo anterior, durante la glucólisis también se obtienen dos moléculas de NADH (nicotin amin dinucleótido) que tienen poder reductor, pero de eso se hablará más adelante.

Para volver a los productos de la glucólisis, las dos moléculas de tres carbonos que se forman se llaman piruvatos, y deben entrar a la mitocondria para seguir su camino en la oxidación. De nuevo, su estructura química les impide atravesar la membrana mitocondrial, por lo que existe un complejo enzimático que transforma al piruvato en acetil coenzima A, y esta molécula sí puede penetrar hasta el interior de la mitocondria.

Hagamos ahora un pequeño paréntesis para ubicarnos nuevamente. El azúcar que comimos en forma de manzana ya pasó por la boca, por el estómago, el intestino, el hígado y la sangre para llegar a la célula, y de ahí sus productos han entrado a la matriz o centro de la mitocondria, en donde se encuentran en ese momento y de donde todavía les espera un largo recorrido hasta quedar totalmente oxidados en forma de bióxido de carbono.

Ciclo de Krebs

Una vez en la matriz celular, el acetil coenzima A se fracciona en dos: un acetilo y una coenzima A. La molécula de acetilo, que está formada por dos carbonos, es la que continúa el camino hacia la oxidación y entra a formar parte de lo que se conoce como el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs.

Tratemos de imaginar este ciclo como una especie de rueda de la fortuna, en la cual las personas van cambiando de carrito (y posición) conforme ésta va girando. Pensemos que el acetilo es una molécula que representa dos personas (o dos carbonos) que se incorporan a un carrito donde ya venían sentados otros cuatro pasajeros (cuatro carbonos), de manera que cada carro se llena con seis personas (una molécula de seis carbonos). A la mitad de la vuelta, una persona del tercer carro y otra del cuarto deciden bajarse de la rueda de la fortuna, dejando dos lugares vacíos. Estos lugares se completan puesto que el resto de los pasajeros se recorre hacia adelante, pero una vez que todas las personas se han movido de lugar, puede decirse que todos los carritos están llenos menos el último, el cual tiene cuatro lugares ocupados y dos vacíos. Estos dos lugares son los que utilizarán las dos nuevas personas que se suban a la rueda de la fortuna, o los dos nuevos carbonos que se incorporen al ciclo, provenientes del acetilo.

En otras palabras, el sentido del ciclo de Krebs es efectuar una serie de reacciones en las que el resultado es la total oxidación de los carbonos tres y cuatro del ciclo, obteniendo, por lo tanto, dos moléculas de CO_2 , y dejando nuevamente una molécula de cuatro carbonos, que se une a otro acetilo para regenerar la molécula de seis carbonos y continuar el ciclo. La diferencia de la molécula de cuatro carbonos (ácido oxálico) que se unió a la primera de acetilo que ingresó al ciclo, y la de ácido oxálico que se unirá al segundo acetilo, es la posición de los carbonos, ya que éstos se han desplazado hacia abajo dos lugares y ahora tocará el turno a otros carbonos para oxidarse y convertirse en CO_2 . En la figura 4 pueden verse los nombres de los intermediarios del ciclo, los sitios donde se libera el CO_2 , así como los lugares donde interviene el agua. Durante el ciclo también se forma una molécula de alta energía llamada GTP (Guanosin-trifosfato), parecida al ATP, y el mecanismo por el cual se forma se conoce como

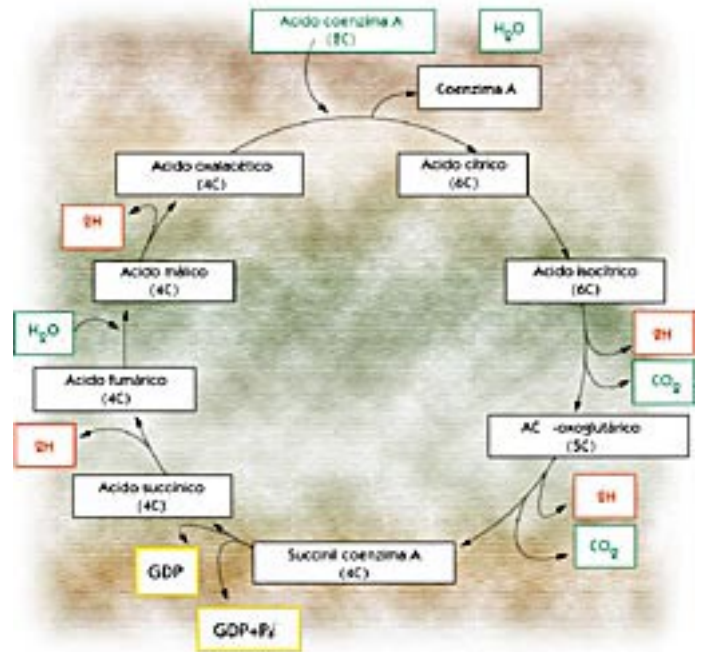


Figura 4. Intermediarios del Ciclo de Krebs (Lehninger, 1984).

fosforilación a nivel de sustrato y no se discutirá en este artículo.

El producto más importante del Ciclo de Krebs es la liberación de cuatro pares de hidrógenos en forma de poder reductor (NADH o FADH_2). Ya antes se había mencionado algo sobre él, pero ahora diremos que, así como las moléculas que se oxidan se van llenando de oxígenos, las moléculas que se reducen se van llenando de hidrógenos, de manera que la forma más reducida del carbono es la molécula de metano CH_4 . Sin embargo, esto resulta sólo una verdad a medias, puesto que la reducción es también la ganancia de electrones; una molécula puede reducirse y no recibir hidrógenos, sino tan sólo electrones. De igual manera puede decirse que la oxidación es la pérdida de electrones y una molécula puede oxidarse y no ganar oxígenos, sino perder electrones. Lo anterior es importante, puesto que el siguiente paso en la respiración está dado por esas transferencias de electrones, llamadas oxido-reducción.

Cadena respiratoria

Hasta ahora todas las reacciones de las que hemos hablado se llevan a cabo en un medio acuoso, por lo cual todas las moléculas son perfectamente solubles en agua. El siguiente paso, conocido como cadena respi-

ratoria, se realiza en otro lugar distinto, la membrana interna mitocondrial, y si recordamos lo que se mencionó antes sobre la estructura de las membranas veremos que están formadas por lípidos o grasas del tipo del aceite y contienen en su interior enzimas que llevan a cabo toda una serie de reacciones. Como el agua y el aceite no se mezclan, lo que se disuelve en agua no lo hará en aceite, de modo que las enzimas que se encuentren dentro de la membrana deberán tener características físicas y químicas muy diferentes de las que se disuelven en agua.

Para que la cadena respiratoria empiece a funcionar se requiere del poder reductor de los hidrógenos (almacenados en la molécula de NADH), cuya importancia radica en que pueden romperse en un protón y un electrón, y cada uno de ellos seguir un camino distinto. Veámos qué sucede en cada caso; ninguna de las dos partículas, ni el protón ni el electrón, pueden disolverse en la membrana, puesto que ambas tienen carga (positiva y negativa, respectivamente), y nada que tenga carga puede disolverse en lípidos, de manera que nos encontramos ante una aparente contradicción, ¿para qué separar los hidrógenos en protones y electrones si ninguno de ellos puede entrar en la membrana? Analicemos primero el caso de los electrones, recordando que en la membrana se encuentran las enzimas de la cadena respiratoria, que son proteínas solubles en lípidos, ¿Cómo lo logran? Estas proteínas están formadas por una estructura dual llamada anfipática, y esto quiere decir que por un lado tiene una parte polar o con cargas y por el otro, una parte no polar, sin cargas y afín a la membrana lipídica, de manera que puede disolverse en ella. Así pues, la parte externa de las proteínas que está en contacto con la membrana es soluble en lípidos y no tiene cargas, mientras que en el interior, casi escondida, se encuentra una parte polar que puede tener alguna carga. Todas las proteínas están formadas por aminoácidos, pero estas enzimas, además, tienen otros grupos (llamados prostéticos), que son de naturaleza química diferente y le ayudan a esconder y al mismo tiempo transportar las cargas dentro de la membrana. Muchos de los grupos prostéticos tienen, como parte de su estructura, metales como el hierro y el cobre, que se pueden oxidar y reducir (donar y recibir electrones) y de este modo se van transfiriendo los electrones a través de la cadena respiratoria.

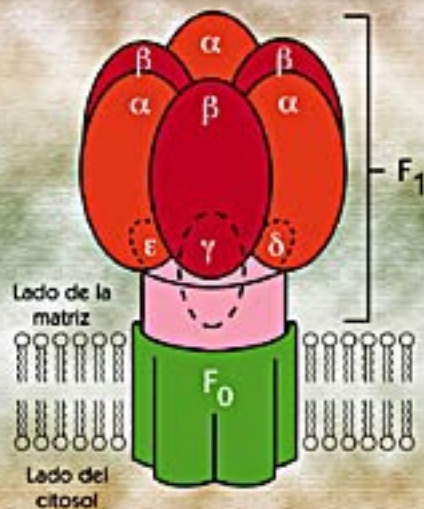


Figura 5. Representación de la cadena respiratoria (González-Halphen, 1990).

Imaginemos que la membrana lipídica es un mar de aceite con partes más líquidas y partes más gelatinosas. La cadena respiratoria está formada por cuatro complejos enzimáticos (véase fig. 5) que son como cuatro islas en las cuales puede detenerse el electrón, que es un paquete transportable a través de las cuatro islas. Mientras se encuentra en la primera isla –complejo enzimático–, no tiene problema, puesto que no está en contacto con los lípidos del mar que lo rodea, pero ¿qué podemos hacer para pasar el paquete de una isla a otra sin que se embarre de aceite en el mar de lípidos? La solución pudiera ser que un buzo con traje especial lo guardara dentro de éste para protegerlo de los lípidos y lo llevara nadando de una isla a otra, y para ello se requeriría de uno que fuera capaz de nadar en ese mar tan particular sin que le pasara nada. Pues bien, ese mismo recurso se utiliza en la mitocondria. Existe una molécula llamada ubiquinona, que se puede reducir, es decir ganar un electrón y transportarlo de un complejo enzimático a otro. Para lograrlo cuenta con dos características importantes; por un lado, al mismo tiempo que recibe un electrón, toma un protón del medio, anulando así la carga negativa con una positiva, y al quedar neutra ya no tiene problema de moverse dentro de la membrana. De otro lado, su estructura química presenta una cadena de carbonos muy larga, que le permite ser soluble en los lípidos y moverse con libertad y rapidez, por lo que a esta molécula se le conoce como acarreador de electrones.

Gracias a este buzo (ubiquinona) hemos logrado pasar del electrón del primero y segundo complejos enzimáticos al tercero, pero la ubiquinona no puede ir más allá de esa zona, lo que obliga a pensar en otra manera para llevar al electrón de la tercera a la cuarta y última isla. ¿Qué tal un barco o un avión que vayan por fuera de la membrana? Así, no habría problemas para esconder la carga, ya que el electrón estaría

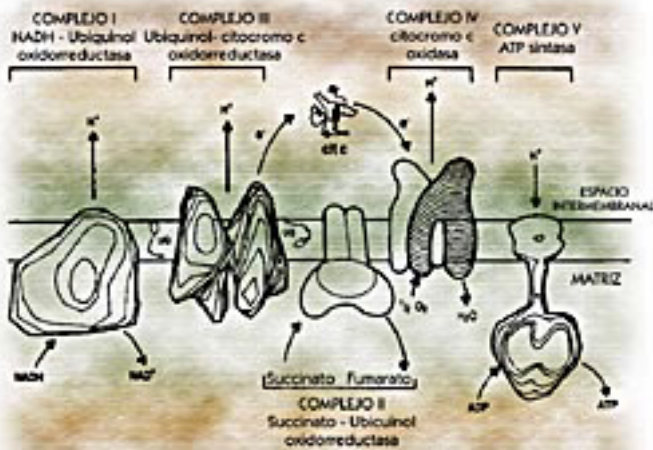


Figura 6. Representación de la enzima ATP sintasa (Stryer, 1988).

alejado de los lípidos. Este es el caso del otro acarreador de electrones llamado citocromo c, una molécula soluble en agua que va por fuera de la membrana (se mueve en el espacio intermembranal) y transporta al electrón del tercer complejo al cuarto, donde termina su viaje. El electrón, junto con otros que vienen por el mismo camino que él, se une a los protones del medio y a oxígenos de los que respiramos por los pulmones, para convertirse en moléculas de agua. Con esto quedaría en forma aparente resuelto el problema de los electrones. Pero, para qué sirve todo este proceso y qué pasó con los protones que salieron junto con los electrones del NADH. Recordemos que nuestro objetivo final era obtener energía. ¿Dónde está?

Teoría quimiosmótica

Se ha dicho que la energía se obtiene en forma de moléculas de ATP, el cual se sintetiza o se forma al unir un fosfato con una molécula de ADP (Adenosin-di-fosfato, a diferencia del adenosin-tri-fosfato del ATP). Esta síntesis la lleva a cabo otro complejo enzimático, que también se encuentra dentro de la membrana interna mitocondrial, conocido como ATP sintasa (véase fig. 6). Sin embargo, si la molécula de ATP almacena la energía y la libera al romperse, entonces para formar un nuevo ATP necesitará también una gran cantidad de energía, por lo que estamos igual de enredados que al principio.

Por años, los científicos buscaron una conexión entre la cadena respiratoria y la síntesis de ATP, hasta que en 1961, un científico inglés llamado Peter Mitchell propuso una hipótesis (descabellada para su época, como suele suceder) que explicaba el fenómeno. Para entender la hipótesis quimiosmótica propuesta por Mitchell debe regresarse a ver qué sucedió con los protones que venían del NADH. Recordemos que los complejos enzimáticos de la cadena respiratoria es-

tán formados por grupos prostéticos que transportan a los electrones a través de toda la cadena (la expresión correcta es transfieren electrones). Algunos de estos grupos prostéticos, al mismo tiempo que transfieren electrones pueden transportar protones de un compartimiento mitocondrial a otro, específicamente del interior de la mitocondria o matriz mitocondrial al espacio intermembranal. Este movimiento se conoce como translocación de protones, y se lleva a cabo en tres lugares específicos de la cadena respiratoria, que se denominan sitios de acoplamiento y se encuentran ubicados en el complejo uno, en el complejo tres y en el cuatro.

Veámos ahora un panorama general del estado de la cadena respiratoria. Los electrones se transfieren desde el NADH hasta el agua, que es la molécula que los atrapa en última instancia, mientras que los protones se translocan de la matriz al espacio intermembranal, y este movimiento hace que aumente el número de cargas positivas fuera de la matriz y que disminuya en el interior. Por otro lado, la salida de protones no sólo crea un desequilibrio en las cargas sino en la concentración de protones, es decir, en la acidez –afuera se vuelve más ácido y adentro de la matriz más alcalino. Podemos comparar esto con un salón y un pasillo separados por una pared, que representa a la membrana, el salón a la matriz mitocondrial y el pasillo al espacio intermembranal. Pensemos que en el salón se lleva a cabo una reunión, y muchas personas han empezado a salir hasta el pasillo, de manera que en el momento de nuestro análisis hay más personas fuera del salón que dentro de él. Si cada persona fuera un protón, diríamos que afuera hay mayor concentración de protones que adentro, pero si además imaginamos que todas estas personas son mujeres (y representan las cargas positivas), y que adentro quedaron sólo los hombres (cargas negativas), consideraremos que además de tener una diferencia en la cantidad de personas (diferencia de concentración), también tenemos una diferencia de cargas (diferencia eléctrica).

La tendencia natural de los organismos es la de permanecer estables y en equilibrio, por lo que lo natural sería que los protones (personas) regresaran a su lugar para igualar las cargas (diferencia o potencial eléctrico) y la concentración (diferencia o potencial químico). El que se mantengan estos potenciales implica la existencia de cierta energía para que los protones no regresen a su lugar y se establezca la mitocondria. Este tipo de

energía se puede comparar con la energía potencial de un cuerpo, es decir, la que no se manifiesta sino que queda estática como esperando ser liberada. Pensemos en una pelota de tenis que se encuentra sobre una mesa y tiene una energía potencial o de posición sólo por estar ahí. En el momento en que se caiga liberará esa energía en forma de energía cinética o de movimiento, y si estuviera sobre un anaquel de un metro de alto, la energía potencial aumentaría, ya que al caer la pelota se liberaría mucho mayor energía. Cuando la pelota se encuentre inmóvil en el piso, no tendrá energía alguna y se encontrará totalmente estable.

Lo mismo sucede con una planta hidroeléctrica donde se tiene agua almacenada en una presa y contenida por compuertas que, al abrirse dejan salir el agua, que cae en forma de cascada. El agua almacenada tenía una energía potencial que se libera y se convierte en energía cinética al caer, y esa energía es la que se puede utilizar para obtener electricidad. De igual manera, al sacar los protones de la matriz al espacio intermembranal y mantenerlos en dos compartimientos separados, se puede ver cómo la energía potencial, creada por la diferencia de potencial químico (diferencia de concentración de los protones adentro y afuera) y de potencial eléctrico (por la diferencia de cargas que se encuentran a un lado y otro de la membrana). La energía se libera al momento de abrir “las compuertas” de la membrana, y los protones regresan a la matriz, proceso como el de la energía cinética del agua al caer, y se puede utilizar para algún trabajo. El lugar por donde regresan los protones es la enzima ATP sintetasa, y ésta utiliza la energía que se libera para pegar un fosfato al ADP y sintetizar el ATP, además de enviarlo posteriormente al medio. A este fenómeno se le conoce como fosforilación oxidativa.

Queda un solo problema por resolver. Una vez que el agua ha caído en cascada para liberar su energía ¿cómo vuelve a subir a la presa para volver a caer en otro momento? De igual modo, una vez que han regresado los protones ¿cómo vuelven a salir para generar más energía? Pues bien, ese es precisamente el trabajo de la cadena respiratoria, que utiliza el poder reductor obtenido de los alimentos en la glucólisis y el ciclo de Krebs, y transferir electrones y lograr que se transloquen protones poco a poco, para así volver a generar esa diferencia de potencial eléctrico y químico del protón. La cadena respiratoria es la que va subiendo las cubetas de agua, hasta que se

vuelve a llenar la presa, y entonces las compuertas se abren y se obtiene la energía acumulada.

En cada membrana interna mitocondrial existe gran cantidad de complejos enzimáticos que forman la cadena respiratoria, de manera que si hay entre mil y 1 600 mitocondrias por célula y 250 mil millones de células en el hígado estaremos hablando de miles de millones de plantas productoras de energía, más eficientes que cualquier industria que funcione día y noche, para poder realizar todas nuestras funciones, incluyendo la de estar sentados leyendo este artículo. Vale, pues, la pena el esfuerzo de difundir el papel fundamental que representa la mitocondria en la respiración, y entender que los pulmones, aunque muy respetables, sólo tienen un papel secundario en la obtención de energía.

Agradecimientos

Expreso mi reconocimiento a los diseñadores gráficos Ari Rapoport y Ana del Olmo, así como al licenciado Samuel Wolcovich su apoyo en el diseño de las figuras, lo mismo que a la doctora Concepción Gutiérrez y al biólogo experimental Carlos Kerbel sus valiosos comentarios para mejorar este texto, y muy especialmente a mis amigos David Levin y Meyer Szydlo que sirvieron de inspiración para escribir el artículo. ●

BIBLIOGRAFIA

- Beeckmans, S., y L. Kanarek. “Enzyme Interactions in the Citric Acid Cycle”, en *The Organization of Cell Metabolism*, Nueva York, 1985, Plenum Press, NATO ASI Series, pp. 199-208.
- Konigsberg, M. *Bioenergética de la cadena respiratoria mitocondrial: libros de texto y manuales de prácticas*, Editado por la UAM, 1992, 113 p.
- Nicholls, D.G. *Bioenergetics*, Nueva York, 1982, Academic Press, Inc., 191 p.
- Mitchell, P. “Vectorial Chemiosmotic Processes”, *Ann. Rev. Biochem.*, 46, 1977, pp. 996-1005.
- Whittaker, P.A., y S.M. Danks. *Mitocondria: estructura, función y formación*, México, 1982, Compañía Editorial Continental, S.A., 173 p.

EL TITANIC, FALLA DEL ACERO Y DE UNA ESTRUCTURA

GUILLERMO HERNANDEZ DUQUE,
NARCISO ACUÑA GONZALEZ Y MIGUEL SCHORR

*“...no comprendo... no conozco...
el camino del navío en alta mar”.*

Proverbios 30:18



Figura 1. El Titanic.

INTRODUCCION

En abril de 1912, después de efectuarse trabajos exhaustivos para construir la obra de ingeniería naval más grande del siglo, zarpó el Titanic hacia el continente americano. Su diseñador y constructor, el ingeniero inglés Thomas Andrews y sus contemporáneos desconocían el concepto de fractura frágil que determinaría el trágico destino del buque. El Titanic fue el navío más avanzado y de mayor dimensión en su época, cuyo largo era de 265 m y el ancho de 28 m; tenía un desplazamiento de 45 mil toneladas (véase fig. 1). Mientras en los buques trasatlánticos de pasajeros similares al Titanic, el casco pesa alrededor de 32 mil toneladas, se estima que el peso total de este último era de 96 mil toneladas. En su viaje inaugural, el Titanic se hundió rápidamente, luego de haber chocado con un témpano de hielo en las aguas frías del Océano Atlántico, cerca del norte del continente americano, llevando a 2 320 pasajeros y a una tripulación de 860 personas.

EI CASCO DE ACERO

Los materiales de ingeniería presentan cierto comportamiento en función de su temperatura de trabajo; un acero, por ejemplo, se comporta con mayor ductilidad conforme ésta aumenta y, por el contrario, a bajas temperaturas lo hace de forma frágil. La temperatura en la cual el acero cambia su comportamiento de dúctil a frágil se conoce como temperatura de transición dúctil-frágil.

El concepto de fractura frágil fue desarrollado y publicado en 1920 por el ingeniero británico Alan Arnold Griffith. Las fallas frágiles se presentan de modo repentino con pocas o ninguna señal de deformación inminente, y a veces ocurren bajo esfuerzos menores al punto de cedencia, por lo general asociadas con grietas o defectos existentes en los materiales (véase fig. 2).

El casco del Titanic fue construido de chapas de acero de 9 m de largo, 3 m de ancho y 25.4 mm de espesor. Los aceros contienen de ordinario gases e inclusiones no metálicas, por ejemplo MnS disueltas y combinadas, así como variaciones en la composición química, que se conocen como segregacio-

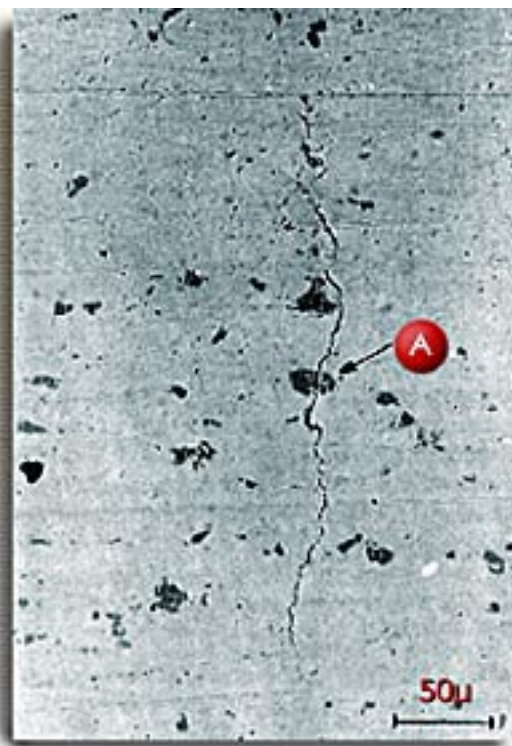


Figura 2. Grieta en el acero que se inicia en una inclusión no metálica y luego crece.

nes. Estos defectos, en particular las segregaciones y las inclusiones, junto con los procesos de moldeado, como rolado y forjado, producen en forma conjunta variaciones de las propiedades mecánicas del acero. Las chapas de acero con las que se fabricó el Titanic eran producidas en Inglaterra por fundición y laminación al principio de este siglo, e incluían un alto contenido de azufre (S). Las láminas de acero del casco estaban unidas entre sí por remaches alojados en agujeros hechos en los bordes de las láminas, y dichos remaches se calentaban sobre brasas de carbón, se introducían en las perforaciones y se deformaban a martillazos. De esta manera en una ardua y prolongada labor, se construyó todo el casco, utilizando tres millones de remaches.

EI IMPACTO CON EL TEMPANO

Durante la fría noche del 14 de abril de 1912, los vigías en sus elevados “nidos de cuervos” detectaban los témpanos flotantes en el mar, en las cercanías del buque. Por la oscuridad de esa noche sin luna y sin estrellas visibles no se pudo evitar la colisión con uno de esos grandes témpanos, que se impactó sobre el costado del barco, cerca de la proa y luego desapareció por la popa. En ese momento el Titanic navegaba velozmente a 44 km/h, con las cal-

deras operando a todo vapor, y la temperatura del aire y de las aguas en la superficie era de 1°C. Así, el choque con el témpano de hielo dio origen a un intercambio de la energía cinética de la embarcación con el mismo. La energía (E) del impacto se expresa por la ecuación:

$$E=1/2 mv^2$$

donde m es la masa del barco y v su velocidad de navegación, –a mayor masa y velocidad, mayor es la energía del impacto.

No se sabe a ciencia cierta cuál fue el efecto destructivo del golpe en el casco, pero existen dos versiones:

- A. El impacto de la parte del témpano debajo del agua fracturó el acero, debido a su fragilidad, formando una larga rajadura horizontal por la que penetró el agua en los compartimientos del navío.
- B. Por la fuerza del impacto se fracturaron las láminas cerca de los agujeros de los remaches, las uniones de las láminas se aflojaron, estas últimas se deformaron, se separaron, comenzó a entrar el agua y la proa se hundió lentamente.

ACERO DUCTIL O FRAGIL

• Cómo se sabe hoy que el acero del casco era frágil? Pasaron 80 años desde el nefasto día del desastre, y el Titanic estuvo sumergido en las negras tinieblas del océano a una profundidad de 3.8 km, sin conocerse su ubicación exacta. En 1985, un grupo de exploradores y científicos encontró el lugar y descubrió que el buque yace dividido en dos secciones, la proa y la popa completamente separadas por una distancia de 700 m. Los rastros del impacto no pudieron ser apreciados ya que luego de caer con una velocidad promedio de 22 km/ hora, el casco quedó sumergido en el lodo del océano a una profundidad de 25 m.

En 1991, otro grupo de científicos visitó el sitio con submarinos especiales, y en él encontraron y recogieron un pedazo de acero del casco; a partir de ese momento se iniciaría un proceso detallado de análisis de su composición química, microestructura, metalurgia, propiedades mecánicas y, en particular, su resistencia al impacto. Así, descubrieron que el acero contenía inclusiones de azufre, luego determinaron su

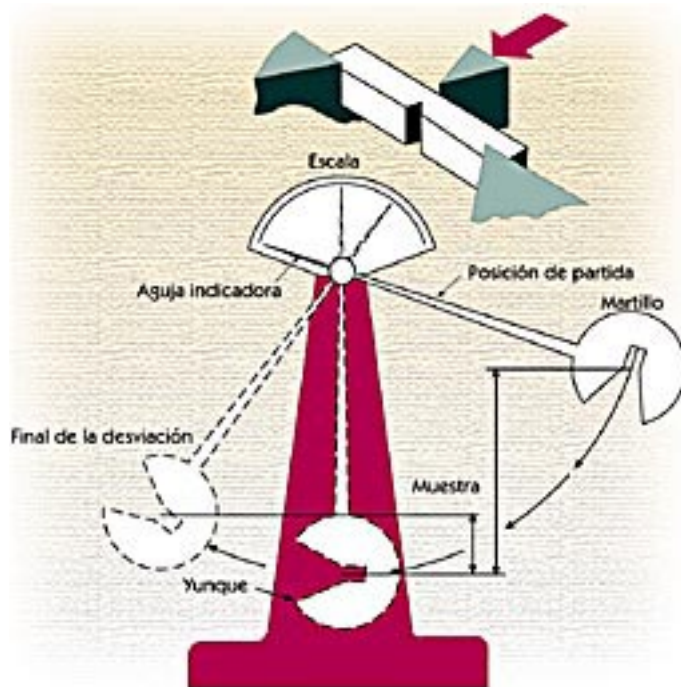


Figura 3. Máquina para pruebas de impacto Charpy.

resistencia mecánica, utilizando una máquina Charpy (véase fig. 3) para ensayos de tenacidad de materiales, a fin de compararlo con un acero al carbono actual. Se trata de un ensayo sencillo, en el cual un péndulo es elevado y al caerse impacta sobre una probeta de acero con una muesca en su centro. El acero al carbono común presentó gran deformación plástica al recibir el golpe del péndulo, y con gran asombro se observó que la muestra de acero recuperada del Titanic se fracturó fácilmente al recibir el golpe de dicho péndulo. El acero utilizado en la construcción del Titanic se comportó como vidrio, es decir, presentó una conducta frágil al no poder absorber la energía inducida por el impacto; las aristas, que parecían ser de una pieza de porcelana rota, comprobaron la fragilidad del acero, y de este modo el Titanic se hundió al abrirse el casco por el impacto del témpano de hielo. Además la baja temperatura del agua del mar contribuyó a esta condición de fragilidad.

Otro científico tuvo una nueva duda. ¿Es probable que la fragilidad del acero se debiera a los 80 años de inmersión en el mar? Buscaron sin éxito un acero naval de dicha época en los astilleros hasta que alguien supo del hijo de uno de los funcionarios involucrados en la fabricación del barco, en cuya casa existía, como reliquia del pasado, un trozo de acero del barco. Con ansiedad y prontitud se fabricaron las probetas que fueron sometidas al ensayo Charpy, y éstas se fracturaron exactamente como las del acero extraído de la profundidad del océano.



Figura 4. El Titanic se hunde y la popa se levanta sobre la superficie del océano.

FRACTURA DEL NAVIO

El barco es una estructura enorme y compleja, formada por un gran casco de acero, dentro del cual se construyen numerosos compartimientos para las calderas y maquinaria, depósitos de carga, equipaje y abastecimiento para pasajeros y tripulación, así como locales públicos, entre otros. Encima de la cubierta operan cuatro chimeneas, varias grúas de carga y descarga, el puente de comando, etc., y desde el punto de vista del comportamiento mecánico, el navío se puede considerar como un cuerpo sólido, parcialmente hueco. Al impactarse un costado del Titanic con el témpano se produjo una cantidad de energía que el acero del barco no pudo absorber debido a sus condiciones estructurales, dando origen al desarrollo de grietas. Al entrar el agua por la proa, éste empezó a sumergirse, mientras la popa se levantaba lentamente al aire, formando ángulo con la línea horizontal del agua (véase fig. 4). Al continuar este proceso, el barco siguió hundiéndose por la proa y se izó más y más por la popa, descubriendo las tres propelas, sus ejes y el timón. La primera chimenea cercana a la proa se derrumbó; los pasajeros y miembros de la tripulación observaron desde los botes salvavidas que la mitad del barco quedaba expuesto al aire, y a causa de su longitud éste pudo asociarse con una viga en cantiliver o en voladizo. La longitud del brazo de palanca y el peso del barco dieron origen a un momento aplicado con respecto a la parte localizada en la interfase agua/aire.

Momento = fuerza x distancia

$$\sigma = Mc/I$$

donde:

σ : esfuerzo de reflexión; M: momento; c: distancia media desde el eje neutro a la fibra exterior; I: momento de inercia.

Los cambios de sección en la geometría del barco pudieron dar lugar a concentraciones de esfuerzos que, al incrementarse, produjeron grietas y la fractura del navío en dos partes. Es así como yace el Titanic en el suelo del océano, donde con toda probabilidad permanecerá eternamente.

Un consorcio naviero internacional está construyendo la réplica del Titanic, pero en esta ocasión se utilizan aceros modernos previamente caracterizados. El nuevo Titanic realizará su viaje inaugural en el año 2002, cuando se cumpla el 90 aniversario del hundimiento de su precursor, llevando consigo botes salvavidas para todos los pasajeros y tripulantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al teniente de fragata Gildardo Alarcón Daowz, jefe de la Estación de Investigación Oceanográfica en Progreso, Yucatán, por las valiosas explicaciones sobre aceros navales y navegación; al doctor Vicente López, director de la Biblioteca de la Universidad del Mayab, por el apoyo otorgado en la localización y adquisición del material bibliográfico; a la L.I. Marta Alvarez por su apoyo técnico, y a la señora Carmen Sandoval Vázquez, quien llevó a cabo la eficaz labor secretarial. ●

BIBLIOGRAFIA

- ASM International. *Fatigue and Fracture, Material Park*, Vol. 19, OH, 1996, p. 9.
- Biggs, W.D. *The Brittle Fracture of Steel*, Mc Donalds and Evans, 1960.
- Tresh, P. *The Titanic, the Truth Behind the Disaster*, New York, 1992, Crescent Books.

Descubriendo el Universo

JOSE DE LA HERRAN

El último eclipse total de Sol del siglo



Plano del eclipse total de Sol del 11 de agosto de 1999.

tiempo de vacaciones, por lo que se prevee una afluencia a la zona de tal vez millones de entusiastas que van a aprovechar la doble oportunidad de conocer distintas regiones y de gozar la inefable experiencia de unos minutos de oscuridad en pleno día, de ver las estrellas y los planetas Mercurio y Venus cerca de un Sol negro, rodeado con una maravillosa corona solar con sus fulgores y esas protuberancias color de rosa, que son visibles solamente durante la totalidad en el borde de nuestra estrella, cuando la Luna oculta su cegador brillo.

A las 10 horas con 15 minutos del 11 de agosto, la sombra penetrará por el extremo más occidental de Inglaterra, en la región de Cornwall, para con posterioridad cruzar el Canal de la Mancha y entrar a Francia por el puerto de Cherburgo. La sombra continuará su trayectoria hasta llegar a Le Havre, cruzará Rouen, pasará al norte de París, después a Reims y continuará hasta abandonar Francia a las 10 con 30 minutos, para internarse ahora en Alemania.

La ciudad de Stuttgart quedará en el centro del círculo de sombra y se oscu-

Seguramente todos recordamos el extraordinario eclipse total del 11 de julio de 1991, en el que la Luna cubrió al Sol, proyectando su sombra sobre la superficie de la Tierra en un círculo de 200 kilómetros de diámetro, círculo que se desplazó por las regiones más habitadas de la República mexicana.

La sombra tocó primero el estado de Baja California sur, cruzó el Mar de Cortés y penetró después al territorio mexicano por Colima; de ahí en adelante barrió, por decirlo así, el centro y sureste de nuestro país, para salir de él por la frontera con Guatemala y seguir su recorrido hacia América Central.

El eclipse fue visto por más de 60 millones de mexicanos y por un buen número de expediciones científicas de otros

países, así como por cientos de miles de turistas que llegaron a distintas partes de la República para observar el fenómeno, pero también para aprovechar el viaje y conocer este maravilloso México, lleno de bellezas naturales, de innumerables sitios arqueológicos y de lugares de recreo para todos los gustos y para casi todos los bolsillos.

Esta vez, Europa es la afortunada. En dicho año, el penúltimo del milenio, toca a la población europea la suerte de poder presenciar un eclipse de Sol similar al de México, en el que la totalidad barrerá dicho continente, para internarse después en el Mar Negro, cruzar Turquía, seguir más hacia el este, hasta llegar a la India y finalmente terminar en el Golfo de Bengala.

El eclipse de 1999 ocurrirá en pleno

recerá por la totalidad durante 2 minutos y 17 segundos; tocará también a Munich y entrará en Austria por Salzburgo, para pasar después al sur de Viena y llegar a Hungría, y a Rumania, tomando como centro su capital Bucarest, donde el eclipse total llegará a su máximo de duración, con 2 minutos 23 segundos.

Dejará Rumania a las 11 horas con 12 minutos y cruzará el Mar Negro, en el que habrá cientos de barcos de recreo y decenas de grandes cruceros que aprovecharán la ocasión para después de remontar los Dardanelos, llevar a sus pasajeros a contemplar el eclipse en pleno mar.

La sombra se internará en Turquía y pasará a unos 100 kilómetros al norte de su capital, Ankara, cuando la duración haya disminuido a 2 minutos con 17 segundos; entonces serán poco menos de las 11 horas con 30 minutos. Después dejará la sombra Turquía y se internará en Siria, para seguir su trayectoria hacia Karachi y la India, zona en que la duración se habrá reducido a un minuto con 13 segundos. Finalmente, y ya pasadas las doce horas (siempre tiempo de Greenwich), el cono de sombra dejará de tocar la Tierra, dando término así al último eclipse total de Sol en este milenio.

¿A dónde ir para verlo mejor?

Como bien sabemos, las nubes son el enemigo mayor para la observación de un eclipse. Los pronósticos del tiempo favorecen al este

de Europa, esto es, a Rumania y al Mar Negro, con una probabilidad de cielo despejado del 75% contra un 45% de probabilidad de cielo despejado en la región central de Francia.

En revistas como *Sky and Telescope*, *Astronomy* y otras, vienen anuncios de excursiones a las zonas de la totalidad, muchas de ellas ya vendidas y agotadas; sin embargo, aún es posible conseguir lugar en algunas de ellas para la observación del fenómeno. En estas excursiones viajarán astrónomos contratados por las propias agencias, quienes dictarán conferencias y pláticas para informar a los aficionados sobre cuestiones relativas al tema.

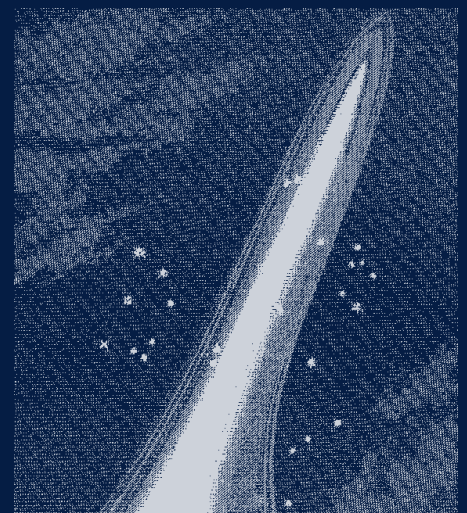
Como es lógico se puede planear un viaje sin depender de las agencias, pero hay que considerar también la situación política bastante delicada en que viven los habitantes de algunas regiones donde ocurra la totalidad, y el riesgo que ello significa. Conforme se acerque la fecha de este maravilloso fenómeno astronómico, se tendrá información más detallada, tanto de las condiciones climáticas cuanto de las políticas, y con ello será posible planear un viaje independiente de las excursiones ya programadas por las agencias. Por supuesto, las expediciones científicas relacionadas con el eclipse ya llevan a cabo preparativos y trámites para cumplir con su cometido.

Para más informes, visite la sala de astronomía en el Museo *Universum*, donde se tendrá un espacio dedicado al eclipse, o comuníquese con la Samedicyt al teléfono 622 7330. ●

Marzo

El cielo al anochecer, al principio del mes, nos ofrecerá en el poniente a Mercurio, a Júpiter, a Venus y a Saturno en ese orden. El día 19 los dos últimos estarán en conjunción, junto con la Luna creciente, en la constelación Piscis, con magnífica vista después de la puesta de Sol.

Cerca al cénit tenemos a Castor y Pollux, principales estrellas de la constelación Gemini (los gemelos), la primera azul y la segunda anaranjada, y al sur de ellas, Porción del Can Menor, estrella muy parecida a nuestro Sol, a 11 años-luz de nosotros. Como la constelación más conspicua, un poco hacia el suroeste, estarán Orión con sus tres Reyes en el cinto y su espada, la Gran Nebulosa M-42, que siempre es un bello espectáculo, aun con binoculares.



UN PASEO POR LOS CIELOS DE MARZO Y ABRIL DE 1999

Abril

Venus, entre las Pléiades y Aldebarán, principal estrella de Taurus, seguirá dominando el oeste con su gran brillo a la puesta del Sol, y al mismo tiempo, del otro lado del cielo, en el este, se levantará el planeta Marte frente a la constelación Virgo, cerca de Spica, su estrella principal.

Marte se hallará en oposición el 24 de abril, esto es, lo más cerca de la Tierra, y se encontrará por ello cerca del cenit a media noche. No hay que desperdiciar la oportunidad de ver a Marte con un telescopio, ya que su polo sur será claramente visible aun con telescopios pequeños. Si el cielo está despejado, el Museo *Universum* ofrecerá a sus visitantes la oportunidad de ver al planeta rojizo en su observatorio de la Casita de la Ciencia.

Lluvias de estrellas

En este bimestre ocurrirán cuatro lluvias de estrellas; en marzo, las Virgínidas, que generarán una serie de pequeñas rachas esporádicas a lo largo del mes. En estas lluviecitas, los trazos de sus estrellas fugaces son amarillentos, por la poca velocidad de ingreso a la atmósfera (30 km/s), y se calcula que los primeros días del mes serán los mejores para su observación.

En abril, las Líridas, cuya radiante se hallará cerca de Vega, principal estrella de la constelación Lira, serán la lluvia principal. su velocidad de ingreso es mediana (50 km/s) y aparecerán





con frecuencia brillantes meteoros, esto es, partículas de materia estelar hasta de un centímetro, cuyo brillo es impresionante.

Las Pi Púpidas, lluvia de estrellas menos importante, cuya radiante se halla en la constelación Puppis, cercana a Sirio, que es la estrella más brillante del cielo, estará formada por meteoritos de muy baja velocidad de ingreso a nuestra atmósfera (20 km/s). Sus trazos son lentos y a veces rojizos, y prácticamente no dejan estela. Son restos del cometa Grigg-Skjellerup y en 1999 podrán tener un máximo interesante a mediados del mes. ●

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (al 30 de abril)

	Ascensión Recta	Declinación
URANO	21 horas 44' 20"	-18 grados 13' 30"
NEPTUNO	20 horas 27' 00"	-19 grados 03' 40"
PLUTON	16 horas 53' 30"	-10 grados 56' 30"

FASES DE LA LUNA

	Apogeo día/hora	Perigeo día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora
Marzo	7/23	19/18	 3/00 31/16	 10/03	 17/13	 24/04
Abril	4/16	16/23	30/08	8/21	15/22	22/13

CIENCIA, PRENSA Y VIDA COTIDIANA

MIGUEL ANGEL CASTRO

Don José María Marroquí es apenas recordado por los vecinos y alguno que otro visitante del Centro Histórico de esta muy leal y noble ciudad de México, aunque, seguramente, bien conocido por los historiadores interesados por el devenir de esta última. Lo primero sucede porque es el nombre que lleva la calle que corre de norte a sur, a partir de la avenida Juárez hasta Ernesto Pugibet, paralela a las calles de Dolores y Luis Moya, atravesando las transitadas calles de Independencia, Artículo 123, Victoria y Ayuntamiento. Lo segundo puede afirmarse porque don José María Marroquí es el autor del libro *La ciudad de México* que contiene “El origen de los nombres de muchas de sus calles y plazas, del de varios establecimientos públicos y privados, y no pocas noticias curiosas y entretenidas.” El doctor Marroquí figura con cierta modestia en el cuadro de personajes que participaron activamente en los complicados escenarios del México decimonónico. Nacido en 1824 alcanzó el fin del siglo pues murió en abril de 1898. Bachiller en filosofía, médico cirujano, “polko” durante la invasión norteamericana, director supernumerario del Hospital de San Andrés, regidor, inspector de sanidad, secretario particular de Ignacio Comonfort, diputado al Congreso de la Unión, comandante del cuerpo médico militar en el sitio de Puebla, peregrino juarista, juez del Registro Civil al triunfo de la República, cónsul de México en Barcelona, profesor de lengua castellana y de literatura en la Escuela Nacional Preparatoria y, sobre todo, hacia el final de

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

El periquillo sarniento

su vida, amante obsesivo de las calles de su ciudad. Los escritos del doctor Marroquí comprenden algunos textos políticos, varios tratados didácticos relacionados con su actividad docente como el *Estudio sobre verbos irregulares* de 48 páginas, editado por Ignacio Cumplido en 1880, y el *Epítome de la gramática castellana*, publicado en 75 páginas por el mismo impresor en 1873, el relato *La llorona, cuento histórico mexicano*, que apareció en 1887, y, desde luego, su trabajo más importante, la monografía sobre *La ciudad de México*. Obra principal y póstuma, salió de las prensas tras atravesar diversos escollos, entre 1899 y 1900. Marroquí puso todo su empeño y celo en consignar la procedencia de los nombres de algunas calles de la capital, pues advertía cómo la falta de un plan determinado y las decisiones tomadas sin suficiente examen para denominar las calles, podían conducir a confusiones y, aunque no fuera problema de trascendencia, a dar malos indicios de la cultura de sus habitantes, que se mostraban poco atentos a distinguirlas. Para honrar la memoria de este ilustre ciudadano, a cien años de su muerte, presentamos en esta “Alaciencia”, un fragmento de su magna obra que ofrece un vivo y curioso testimonio de lo que fue el Hospital de San Andrés, así como de las causas por las que fue derribada la Capilla del mismo nombre y la manera en que lo llevó a cabo el entonces gobernador de la ciudad, Juan José Baz, cuya piqueta le ganó fama. Ambos edificios estuvieron situados en lo que fue más tarde el Palacio de Comunicaciones y que hoy día acoge al Museo Nacional de Arte.

CALLE DE SAN ANDRÉS

Los servicios que prestaban las Hermanas al hospital [de San Andrés] casi eran gratuitos; se les retribuían con cinco pesos mensuales por cada una, y eran veinticuatro; ración para todas, casa alumbrada, uso libre de carbón y leña, y algunas otras franquicias que no podemos puntualizar, pero que aunque fuesen cortas, para una comunidad, importarían algo regular. No por esto economizaron muchos sueldos: en la administración, los del Rector y Despensero, y en lo facultativo, los de enfermeros mayores, pues conservaron todo el cuerpo de enfermeros segundo y menores, y el de sirvientes llamados afanadores, dando lugar este gran dispendio a otra nueva crisis en que los médicos tuvimos que prescindir del sueldo que percibíamos, aunque se nos puso en corriente después de varios meses, sin pagar lo debido. Verdad es que las Hermanas solicitaban recursos de algunos bienhechores; pero era para nosotros cosas tristes y muy dolorosas ver acabadas las rentas y tener que pedir limosna cuando tuvo buenos fondos.

En tal estado de pobreza encontró el hospital la ley del 2 de febrero de 1861 que le secularizó, poniéndole bajo la protección del Gobierno, como todos los otros establecimientos de su clase, por medio de una oficina llamada *Dirección General de Beneficencia Pública*, creada por decreto de 28 del propio mes. Con él pasaron cincuenta y una fincas en la Ciudad, valiosas en \$ 552,101, cuyos productos entonces sí se sacarían.



En medio de estas penas, y para su colmo, después del estrago que en el edificio había hecho la barreta de las Hermanas, destruyendo muy gran parte del departamento de Santiago Apóstol y las habitaciones de los practicantes mayores y menores, vino la del Gobernador del Distrito a dividirle por la calle de Xicotécatl, que abrió; hecho que requiere explicación.

A la iglesita de este hospital se trajo el cadáver del Emperador Maximiliano provisionalmente embalsamado en Querétaro después del trágico fin del Imperio. Siempre creyó el Gobierno que este cadáver sería recogido por la familia del difunto, y que tendría que hacer dilatado camino atravesando mares, y en esta persuasión ordenó un nuevo y eficaz embalsamamiento, que asegurara el cuerpo contra toda descomposición, comisionando para que le ejecutaran a los médicos D. Agustín Andrade, D. Rafael Ramiro Montaña y D. Felipe Buenrostro. Se había usado en Querétaro el método de inyección, como más expedito; pero considerando estos facultativos que no bastaba conservar incorrupto un cadáver como el de este personaje, que acaso tendría que estar visible, o al menos

habría que descubrirle algunas veces, no insistieron en este método ni en el de baños, y optaron por un procedimiento de vía seca, semejante al egipcio. Con el fin, pues, de que los líquidos, agentes eficaces de la putrefacción, escurriesen bien, dejando enjuto el cuerpo para poder venderle y barnizarle fácilmente, sin estarle volviendo de una parte a la otra maltratándole, y por último, para que el sastre tuviese libertad bastante para vestirle acomodándole la ropa, determinaron suspenderle, y así le tuvieron por algunos días. Hemos insistido en esta al parecer minuciosidad, por la influencia que tuvo en el suceso que vamos refiriendo.

No se equivocó el Gobierno en su previsión: el primero de septiembre de 1867 llegó el almirante Tegethoff en demanda de esos restos mortales, y el día cuatro, en conferencia tenida por él acompañado de los señores D. Mariano Riva Palacio y Lic. D. Rafael Martínez de la Torre con el Sr. Lic. D. Sebastián Lerdo de Tejada, Ministro de Relaciones Exteriores, manifestó éste que sin dificultad se entregaría el cadáver; pero sí mediando un documento oficial, bien del Gobierno de Austria, bien de la familia del difunto.

La Casa Imperial de Austria puso solicitud en forma, a cuya consecuencia el Ministro de Relaciones, con fecha 4 de noviembre, accedió a la entrega del cadáver, que salió de México el 13 del mismo mes, para ser embarcado en la fragata de guerra austriaca *Novara*, la misma que años antes le condujo a nuestras playas lleno de vida y de esperanzas.

El día 19 de junio de 1868, primer aniversario de aquel ruidoso acontecimiento, los adictos al imperio celebraron honras fúnebres por los tres fusilados en Querétaro, y predicó en ellas el P. Jesuita Mario Cavalieri. Eligióse para hacer estas honras la iglesia de San Andrés, por haber estado allí depositado el cuerpo del Emperador. Dícese que el predicador se excedió, no en elogios a los difuntos, sino en acriminaciones al partido republicano y al Gobierno, a consecuencia de lo cual se acordó la demolición de la capilla, que fue comenzada repentinamente la noche del día 28 del mismo mes, extendiéndose el derrumbe a la parte del hospital que estaba tras de la capilla, dividiendo en dos el establecimiento por la nueva calle llamada de Xicoténcatl.

Tal fue la opinión común entonces; esto se dijo en público, y se escribió en los periódicos, y acaso en algún libro; pero si el sermón tuvo parte en la determinación de destruir la iglesia, fue la gota de agua que hizo rebosar el vaso. Desde que volvió a abrirse el templo después de salido el cadáver del Emperador, dieron en concurrir allí las personas que fueron adictas al Imperio; y si a esto sólo se hubieran limitado, su concurrencia a ese lugar no habría tenido consecuencia alguna; pero no fue así: daban a sus

reuniones un aire tumultuario y significativo, que llamase la atención; formaban grupos en la puerta y en la calle cerca de ella, variando sus conversaciones sobre el mismo tema, salpicándolas con palabras con que intencionalmente lastimaban a los transeúntes, cuando eran de ideas distintas; y tomando pie del hecho cierto de haber estado el cadáver del Emperador suspendido por la razón que dijimos, le interpretaban a su manera diciendo *que esto se había hecho por vilipendiarle, y pues que a los PUROS no les había sido posible colgarle en vida, lo hicieron después de muerto*. Los liberales, que no eran de piedra, inventaron a su vez otra conseja sobre el mismo asunto: dijeron *que los MOCHOS se habían opuesto a que se lavara el lugar en donde cayó la sangre de Maximiliano, que tenía aquel sitio en gran veneración, y que para resguardarle de que pisaran en él habían pensado rodearle de una barandilla*. Unos y otros faltaban a la verdad; pero ¿cuándo las pasiones han dejado de extraviar el juicio? Pasiones sobaban allí, y si no fue cierto todo lo que se dijo, sí lo fue que comenzaron a llamar a aquella iglesia la CAPILLA DEL MARTIR, y que convirtieron indiscretamente un templo en

vaso donde se fermentaba el descontento, y de donde salía el odio a los liberales en general, y al Gobierno en particular.

Tal estado de cosas no tenía fácil remedio, porque eran agentes de aquel movimiento principalmente señoras, y su centro una hermana de la caridad que servía en el hospital, de ideas exaltadísimas no moderadas por los frenos de la educación y de la prudencia, ayudada en la calle por una doncellueca, que cazcaleando, visitaba diariamente a las hermanas por fingido afecto. El Gobernador Baz sabía todo esto; pero siendo únicamente voces, y de señoras, se limitaba a observar cuidadoso para precaver un conflicto.

Llegó en esto el día del sermón: el P. Cavalieri, italiano de origen, era un orador elocuente que conmovía siempre a su auditorio; de su sermón nada podemos decir, porque no lo oímos; pero sí de sus efectos, que fueron envalentonar a las gentes, que salieron de la iglesia ese día, entre sollozos y lágrimas, vomitando improprios; el Gobernador aumentó la policía por precaución, y ella misma fue denostada; en suma, estuvo la cosa a punto de que ocurriese un conflicto, que no se realizó porque habiéndose conclui-



Hospital de San Andrés (Fig. 340)

do las honras muy avanzada la hora, ni había mucha gente en la calle, ni estaban ya en el hospital los estudiantes, liberales en su mayor número, sino en la Escuela de Medicina.

Imponiendo el Gobernador al Presidente D. Benito Juárez, de lo acaecido, le preguntó éste: “¿No conoce usted a un Sr. Baz que puede *tirar* esa capilla?” a lo que Baz contestó: “Sí le conozco, yo se lo diré, y él la tirará.” Con semejante autorización comenzó el Sr. Baz a tomar sus disposiciones para la ejecución de lo dicho.

Un problema quedaba todavía por resolver: ni el Presidente Juárez ni el Gobernador Baz pensaron nunca en mudar la determinación que habían tomado; mas temiendo verse en el caso de desairar a no pocas personas, algunas de ellas acaso respetables, que ya directamente, ya por curvas más o menos largas, solicitaran su revocación, acordaron al mismo tiempo que la iglesia fuese demolida en el mejor tiempo posible; precaución que igualmente sería para impedir cualquiera demostración hostil en el momento de su derrumbe.

A este fin, el Gobernador llamó, uno después de otro, a los arquitectos que habían ejecutado, o estaban ejecutando, ór-

denes semejantes, y ninguno, ni D. Manuel Delgado, la barreta más eficaz de la Reforma, se comprometía a desempeñarlo con la brevedad que se le exigía. Entonces el Sr. Baz tomó la cosa por su cuenta, y puso en práctica un medio muy propio de su carácter, y en armonía con la necesidad. Consistió esto en mandar hacer copioso número de cuñas de la misma madera, o próximamente igual, muy seca, y de idénticas dimensiones. A las diez de la noche del día y año dichos, apenas cerrado el hospital, llamaron a su puerta, y en camillas, pedidas de antemano, como quien lleva enfermos, se metieron aquellas cuñas, y tras las camillas el Gobernador con multitud de albañiles armados de barretas, cinceles, mazos y martillos, y sus sobrestantes correspondientes. Rodeáronse en la cúpula de la iglesia en número competente para trabajar al mismo tiempo todos, sin estorbarse unos a otros. Su trabajo fue hacerle un corte circular separándola de su asiento por medio de las cuñas que se metían en el lugar de las piedras que se sacaban. Siendo los trabajadores muchos, el trabajo era corto para cada uno, y en pocas horas quedó la cúpula totalmente desprendida del anillo que la sustentaba, apoyada sobre

las cuñas, que desde antes habían sido empapadas en aguarrás; entonces fue el untarlas de nuevo con este líquido y ponerles fuego. Todas ardieron a un tiempo, y a un tiempo cedieron todas, desplomándose con gran estrépito, y estremeciendo el suelo aquella pesada mole apenas despuntado el día. A las seis de la mañana fueron relevados los trabajadores que velaron por otros de refresco, prosiguiendo la demolición del templo con mayor actividad hasta su término; y a fin de evitar que con cualquier pretexto se reedificase la capilla, o bien se quisiera de alguna manera señalar aquel sitio como santificado, y se repitiesen las reuniones y los escándalos, se resolvió abrir una vía pública derribando la parte del hospital que tras él había. Era esta una sala del departamento de medicina de mujeres, y varios aposentos ocupados por las hermanas de la Caridad que antes fueron parte de las habitaciones de los practicantes.

No era grande el templo: corría de sur a norte, tenía una sola puerta para la calle de San Andrés, con un atrio pequeño delante cerrado por una barda en la línea de las casas. Su fondo llegaba, poco más o menos, a la mitad de la calle de Xicoténcatl. ●

No tiene la culpa el indio

EL ALEGATO DE LAS CASAS

Hablar del “descubrimiento de América”, así, a secas, es una barbaridad que por fortuna parece estar en camino de ser desterrada en definitiva. No podemos sino congratularnos y, simultáneamente, lamentar que la expresión de marras haya campeado sobre sus reales durante quinientos largos años. Si afirmamos, en cambio, que a finales del siglo XV “los europeos descubrieron la existencia de un continente que después llamarían América” estaremos mucho más cerca de la verdad y de lo razonable.

El “descubrimiento”, en este caso, es más problema de los europeos que de los americanos, quienes en ningún momento se han de haber sentido descubiertos, como si hubieran estado escondiéndose. Dudo mucho que algún mensajero, agitado y sudoroso, haya entrado alguna vez en las alcobas de Moctezuma exclamando: “¡Tlatoani, tlatoani, ya nos descubrieron!” Y aun ahí habría de precisarse que se trató únicamente del descubrimiento “homologado”, para no herir la sensibilidad de noruegos, daneses y otros metiches escandinavos, a quienes, por lo visto, nunca se les ocurrió hacer tanta alharaca cuando, llegaron a las costas de la hoy Terranova, persiguiendo bacalaos.

Sin embargo, no deja de ser un poco triste que la deplorable expresión “descubrimiento de América” haya sido sustituida por el eufemismo no menos desafortunado de “Encuentro de dos mundos”. Lo de los “dos mundos”, pase, pero así como que “encuentro”, lo que se dice encuentro, pos no. Fue más bien

un genocidio, probablemente el más terrible de cuantos registra la historia, que ya es decir. Es algo así como llamar “acto de amor” a una violación.

No obstante, nuestro reclamo y nuestro agravio, como americanos de hoy, deberemos dirigirlo más contra los soberbios e hipócritas actuales, quienes aún se empeñan en presentar aquella masacre como una gesta civilizadora, que contra aquellos conquistadores y encomenderos, finalmente hombres de su tiempo, un poco bestias, lo que sea de cada quien, pero de su tiempo al fin.

Una de las particularidades de la historia –de todas las historias– es precisamente que se escribe y se elabora desde otro momento, desde otro punto, situado en algún lugar del futuro, con códigos sociales, culturales y morales distintos –a veces muy diferentes e incluso contrarios– a los vigentes en el tiempo y en el espacio de los hechos en cuestión. Es casi imposible reproducir los criterios y los puntos de vista de los ancestros, por más testimonios, escritos o documentos de cualquier otra índole que hayan dejado. Hay siempre algo profundo, inconsciente, inaccesible, que subyace y permea la obra de los antiguos, haciéndola posible. Es quimérico intentar ponerse en su lugar, y es más que arriesgado pretender juzgarlos con los valores de hoy, sin caer en la caricatura, en el facilismo y en la deformación utilitaria y sesgada de la historia.

Un ejercicio por demás edificante consiste en comparar las distintas crónicas que de un mismo acontecimiento

histórico se hacen en diversas épocas y culturas; así constataremos asombrados que parecería tratarse de hechos diferentes. Lo que en una es blanco, es negro en otra, y en una tercera no es ni blanco ni negro, simplemente no es, no está. Cada quien se fija en lo que puede... y en lo que quiere. Es aquello de “Lo que Ilya dice de Brossa, dice más de Ilya que de Brossa.”

Por ello, si, pese a todo, algo permite condenar sin precauciones ni ambages la faena de los conquistadores españoles y su progenie, es el juicio severísimo que de ella hacen algunos, pocos, de sus contemporáneos y coetáneos, quienes rompieron de manera asombrosa y admirable con el pensamiento hegemónico de su época y se enfrentaron a él con valor, lucidez y honestidad. Entre todos ellos destacan sin duda dos figuras insignes. Una es la de Bartolomé de las Casas, quien después de haber sido él mismo conquistador y esclavista durante doce años, en 1514, dos después de haberse ordenado sacerdote, devolvió públicamente sus siervos al gobernador y se erigió en el mayor y más ferviente defensor de los indios.

La otra, sorprendente, es la del mismísimo emperador Carlos V, con una actitud hacia las Indias y hacia los indios muy distinta a la funesta de los dos Felipes, su padre y su hijo. Carlos ordenó, en 1550, sin duda influenciado por Las Casas, que se suspendieran todas las operaciones de conquista en el Nuevo Mundo, hasta establecer criterios claros y definitivos en el trato con los indios.

A toro pasado

(solución al torito del número 143)

EL QUE CANTABA LAS MAÑANITAS

Con tal motivo convocó en Valladolid a un consejo especial de teólogos y eruditos a que debatieran y “establecieran una normativa para que las conquistas, descubrimientos y colonizaciones se lleven a cabo con justicia y razón”. A la reunión fue invitado, por supuesto, fray Bartolomé, pero ahí estaba también Juan Ginés de Sepúlveda, hombre de los conquistadores, quien basaba su argumentación racista en el aserto de Aristóteles de que ciertos hombres nacen para ser esclavos.

Fue Sepúlveda quien inauguró la sesión con un discurso de tres horas, en el que resumía su libro sobre la inferioridad de los indios. A continuación tomó la palabra Las Casas, a fin de leer pausada y enfáticamente, palabra por palabra, el texto de 560 páginas que había preparado para la ocasión. La lectura duró cinco días, y después de interminables deliberaciones los confusos y agotados consejeros se declararon vencidos e incapaces de emitir cualquier veredicto, dando así, de paso, carta blanca a que la carnicería continuara allende el mar océano.

Cuando fray Bartolomé de las Casas falleció a los 92 años, en 1566, dejó estipulado que su alegato de Valladolid no fuera publicado sino 40 años después de su muerte: “para que, si Dios decide destruir España, quede en evidencia que fue a causa de la destrucción que hemos llevado a cabo en las Indias, y quede bien clara Su justa razón para ello”.

Las adivinanzas constituyen una de las más antiguas y entrañables variedades de *toritos*, hoy en franco peligro de extinción, junto con toda la cultura oral. La televisión y todo lo que la acompaña están arrinconando esa cierta dosis de candor, de curiosidad y de ganas de jugar que hacían posibles y deseables tan encantadores acertijos. Los chistes, primos hermanos de las adivinanzas, están resistiendo mucho mejor el embate de la “mediatización”. Así, dentro del gran clan de las adivinanzas existen numerosas familias o géneros. Hay los juegos de palabras, el más célebre de los cuales, en español ha de ser ese de Agua pasa por mi casa, cate de mi corazón, de una impertinencia desarmante.

Las hay también con rima, con ruidos y con gestos, u otras basadas en dibujitos, como los que le propongo aquí al lado (1-4). Están las de ¿En qué se parece..? o ¿En que se diferencia?, a medio camino entre la adivinanza y el chiste, como aquella de ¿En qué se parecen un tren, un cine y la familia?, de la que ni crea que le voy a dar la respuesta. O la de ¿Qué es lo más importante de la diferencia entre un hombre y una mujer? (5). Hay también las de los tres actos: Primer acto: Un pelirrojo con su esposa y tres hijitos pelirrojitos. Segundo acto: El mismo pelirrojo con su esposa y siete hijos pelirrojos. Tercer acto: El mismo pelirrojo, ya medio canoso, con su esposa y 14 hijos pelirrojos de todas las edades. ¿Cómo se llama la obra? (6).

Tenemos los acrósticos, los anagramas y los juegos de letras (que no de palabras), ¿qué me dice usted del siguiente?:

Mi primera está en el placer pero no en la alegría.
 Mi segunda está en la noche y no en el día.
 Mi tercera no está en el ave sino en la liebre.
 Mi cuarta está en el aire, también en el libre.
 Mi quinta aparece al brincar mas no al caminar.
 Mi sexta se halla al aspirar así como al exhalar.
 Mi séptima no está en el mundo sino en el cielo.
 Todo yo, si quiero, estoy quieto cuando vuelo (7).



SOLUCIONES: 1. Un charro a caballo. 2. El Capitán Garfio. 3. Medio bolón. 4. Una fila de hormigas. 5. ¿Qué es lo más importante de la diferencia entre un hombre y una mujer? 6. ¿Cómo se llama la obra? 7. Colibrí. 8. El Gran Cañon del Colorado.

El Torito

CONTRA EL RACISMO

Y hay, por supuesto, las adivinanzas numéricas, de las cuales la de los amigos Garner y Matrix parte. Una de las peculiaridades de las adivinanzas es que no existe algoritmo ni método alguno para desentrañarlas. La solución se explica sola; ahí está su gracia. Si a usted se le ocurrió pensar en los números romanos, no habrá tenido dificultad alguna para dar con el Rey **DAVID**, si no, ni modo. No hay consuelo alguno. Sólo el de vengarse sobre el primer incauto que se le ponga al tiro, con el único riesgo de que a él si se le ocurra, lo que no hará sino agravar la humillación. ●

El álgebra lineal es a lo mejor la más lúdica de las ramas de las matemáticas. Las matrices, esos rectángulos llenos de números bien ordenaditos como en un dormitorio de internado, son unos juguetes maravillosos que se prestan a las filigranas más entretenidas.

A lo mejor es por eso que el *Torito* del número 142 tuvo tanto éxito entre los fieles y perspicaces lectores de *Ciencia y Desarrollo*. Recibimos más respuestas correctas que nunca, exactamente 45, todo un récord, varias de ellas con más de una solución. La lista de todos los acertantes la publicamos precisamente en este número, con nuestros parabienes para todos ellos.

Pues bien, aunque tal vez algunos de los astutos lidiadores del *Torito* en cuestión lo ignoren, lo que estaban haciendo era precisamente álgebra lineal. Sospecho que más de uno hará una mueca de asco, como quien ha tocado caca sin darse cuenta, y se sorprenderá de que algo que suena tan solemne y aburrido pueda ser tan divertido.

En efecto, el tablero de ajedrez puede ser visto como una matriz cuadrada de 8×8 , y pedía yo acomodar ocho reinas sobre él, de manera que ninguna de ellas atacara a otra, siguiendo las reglas establecidas por el juego para su movimiento, longitudinal, transversal y diagonal. Si a cada escaque con reina le asignamos un 1 y a los vacíos un 0, habremos convertido, en lenguaje formal, nuestra matriz en binaria, con una serie de requisitos y propiedades extrañas.

La cosa es posible, como ya quedó de-



mostrado de manera contundente y, además, como ya dije, de varias maneras distintas, dejando de lado todas las simetrías y rotaciones. Entre todas las respuestas recibidas hay quince soluciones diferentes, pero no existe ninguna evidencia de que sean todas. No se me asuste de antemano, aprehensivo lector, no tengo ni la más mínima intención de meterme y meterlo en el berenjenal de demostrar que no existen otras.

Pero, en vista del éxito, no resisto la tentación de preguntarle otra cosa respecto al mismo problema. Todas las soluciones –las que usted mismo halló, o las nueve que publiqué en el número anterior (por cierto que una de ellas está





equivocada; localícela y corrijala usted mismo, por favor, ya que no lo hice yo cuando hubiera debido)— tienen la curiosa propiedad de contar con cuatro damas sobre cuadros blancos y cuatro sobre negros. ¿Se había fijado usted, agudo lector? ¿Podría usted encontrar una razón simple y contundente para afirmar que así *debe* ser?

No me vaya usted a salir con que es “lógico” o con argumentos relativos al equilibrio o al antirracismo, más propios de otras disciplinas. Si encuentra algo convincente hágamelo saber enseguida, porque de momento yo no tengo la más remota idea y algo tendré que decir dentro de dos meses. ●

CORTE UNA OREJA

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

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

o por medio de fax, al número **(015) 327 7400, ext. 7723**. En cualquier caso, no olvide encabezar su envío con la acotación: **Deste lado del espejo**

La lista de acertantes al torito 140, faltó el nombre de Roberto Schjaer, cuya respuesta sí llegó a tiempo. Por otra parte, el nombre de Victoria Rojas López, otra acertante, apareció equivocado. Nuestras disculpas.

Los nombres de quienes respondieron correctamente el *torito* del número 141 son:

Luis Enrique Toledo	León, Gto.
Hugo A. Arce González	Pto. Vallarta, Jal.
Victoria Rojas López	Cuajimalpa, Edo. de Mex.
Juan Francisco Gutiérrez	Cuatitlán Izcalli, Edo. de Mex.
Víctor Manuel Ortiz Rmezt.	León, Gto.

Por su parte mandaron respuestas correctas al torito del número 142 los lectores:

Rogelio Mendoza Pérez	San Luis Potosí, S.L.P.
Saul González	Xochimilco, D.F.
Jorge Luis Robles Nieto	San Cristóbal, Chis.
Homero Renato Gallegos R.	Nezahualcóyotl, Edo. de Mex.
Saúl D.J. Montalvo	Chipiltepec Acolman, Edo. de Mex.
Rodrigo Quevedo Vadillo	

Victor Manuel Ortiz R.	León, Gto.
David A. Márquez Salazar	México, D.F.
Isidro Martínez Tecolapa	Chilapa, Gro.
Marco A. Pacheco	Torreón Coah.
Judith Pérez Alcalá	Lagos de Moreno, Jal.
Maricela Macías Cruz	León, Gto.
Karina Quintero A.	León, Gto.
Yolanda Márquez Villanueva	Coyoacán, D.F.
José Luis López Goytia	Iztapalapa, D.F.
Alfredo Ayala Oliva	León, Gto.
Miguel Mercado González	Cuatitlán Izcalli, Edo. de Mex.
Angel Alberto Carpintero	Tehuacán, Pue.
Sandy Hurtado D. y	
Germán Padilla D.	León, Gto.
Ma. Elizabeth Álvarez A.	México, D.F.
Roberto Aguilar Pérez	Tapachula, Chis.
Ma. del Carmen Arredondo L.	León, Gto.
Israel Huerta Ibarra	Nezahualcóyotl, Edo. de Mex.

Martín Montes A.	Cuerámaro, Gto.
Alvaro Espinoza B.	Pachuca, Hgo.
Juan Fco. Marin M.	León, Gto.
Jorge A. Hdez. Alcántara	Coacalco, Edo. de Mex.
Elsa López Yañez	México, D.F.
Javier Paredes Mendoza	Metepc, Edo. de Mex.
José Luis Alvarez Hdez.	León, Gto.
Sabino Rangel Romero	León, Gto.
Ada Sosa Céspedes	Ecatepec, Edo. de Mex.
Gonzalo Quintana Ortega	Silao, Gto.
Román Pílon Vargas	Chiconcuac, Edo. de Mex.

José J. Herrera Bazán	Nezahualcóyotl, Edo. de Mex.
Carlos Emmanuel Ibarra B.	León, Gto.
Pedro Sánchez Rojas	México, D.F.
Mauro Charles Ceballos	Texcoco, Edo. de Mex.
José Angel Aguirre García	León, Gto.
Ana L. Juárez Cervantes	León, Gto.
José Gómez Valdivia	León, Gto.
Jorge H. Ramírez P.	Aguascalientes, Ags.
Maricela Martínez Quezada	Cholula Ocoyoacac, Edo. de Mex.

Sergio F. S. Sixtos

Cada una de ellas se hará acreedora de un libro del fondo editorial del Conacyt. En el sorteo realizado para el número 141, resultó ganador Juan Fco. Marin M. quien recibirá a vuelta de correo el lote de libros correspondiente.

¡Felicidades!

La religión de los ovnis

MARIO MENDEZ ACOSTA



Los suicidios colectivos que han intentado o consumado varias sectas religiosas, integradas por creyentes en el origen extraterrestre de los llamados ovnis, revelan hasta qué grado este tipo de superstición pseudocientífica se está convirtiendo en una religión hecha y derecha. El precursor de esta tendencia es sin duda el ex jesuita español Salvador Freixedo, quien fue el primero en dar una visión redentorista y apocalíptica a la supuesta llegada de cientos de especies extraterrestres a nuestro planeta. En cada vez mayor escala, los grupos de creyentes en todo el mundo abandonan toda pretensión de estar llevando a cabo una labor científica y se adhieren al esquema sectario que les garantiza, desde luego, la posibilidad de obtener más dinero por parte de una feligresía sujeta a diversas formas de control mental, como el que ejercía Marshall Applewhite entre los miembros de la secta denominada Puerta del Cielo, o el que manejaban los jefes de la Orden del Sol, cuya sede se hallaba en Suiza.

Influye también en dicha tendencia el poco o nulo éxito que han logrado los proponentes del origen cósmico de los ovnis para convencer a científicos serios de que su visión merece, al menos, un examen

somero de parte del establecimiento científico. Esta falla en lograr la respetabilidad que los ha eludido desde hace más de cincuenta años desespera a muchos de ellos, quienes prefieren refugiarse en una visión más emotiva e irracional.

Los postulados de los ovnilatras modernos se alejan cada vez más de cualquier visión científica y autocrítica. Confrontados ante el hecho de que en la Tierra no se reciben señales de radio, que sin duda abundarían en el cosmos si en él existieran los cientos de civilizaciones avanzadas que según ellos nos visitan con gran frecuencia, no vacilan en asegurar que el sistema de comunicación de todos los E.T. se basa en la telepatía, aun cuando ésta no se haya podido documentar y menos aún comprobarse por medios experimentales. Miles de astrónomos profesionales y aficionados se dedican a vigilar la bóveda celeste en busca de cuerpos extraños que se aproximen a la Tierra o al sistema solar, con la idea de identificar antes que nadie algún cometa o asteroide que, si no es visto por primera vez, llevará el nombre del descubridor. La vigilancia es tan estrecha y refinada que pueden detectarse objetos del tamaño de un auto mediano a la distancia de la Luna. No obstante, nunca se ha detectado algo de origen claramente artificial, y estos hechos tienden a demostrar que todo lo observado por los cazadores de ovnis son objetos o fenómenos originarios de la Tierra, y no pasa de ser un ejercicio interesante de identificación el determinar de qué se trata. Pero los creyentes sinceros señalan que los ovnis no necesitan llegar de lejos por el espacio cósmico en su viaje hacia la Tierra, sino que se materializan

zan ya en nuestra atmósfera o en sus cercanías. Al no usar ondas de radio para comunicarse o para navegar, o bien al aparecer de pronto en nuestra atmósfera, se hace imposible refutar o demostrar su existencia, con lo cual se colocan de plano al margen de toda investigación científica, y todo se vuelve un asunto de fe.

La religión que sostiene la existencia de los ovnis muestra diferentes facetas en todo el mundo. Así, la secta de Freixedo, quien por cierto acaba de publicar en la revista española *Enigmas* un artículo terriblemente agresivo contra el fallecido Carl Sagan, motivado por las críticas de éste en contra de las sectas ovnilátras en su libro *La Tierra y sus demonios*, afirma que hay más de doscientas especies de extraterrestres ya establecidas en la Tierra, quienes colaboran con los ejércitos de algunos gobiernos como el de los Estados Unidos. Según este grupo, en enormes subterráneos ubicados bajo las bases del ejército estadounidense, dichos extraterrestres trabajan con los científicos de ese país en la realización de interminables experimentos genéticos, y asegura también que colocan implantes electrónicos miniaturizados en el cerebro de las personas; sin embargo, no ha podido presentar ninguno de estos objetos.

En México ha funcionado durante muchos años un grupo llamado Comando Ash-tar, que desde hace más de un decenio espera la llegada de los extraterrestres para desalojar el planeta, y publica pequeños anuncios en algunos diarios capitalinos, con mensajes misteriosos, lo que ha ocasionado que algunos despistados lo consideren como parte de la conspiración para matar a Luis Donaldo Colosio. El grupo de vigilantes busca los ovnis descritos por el

locutor Jaime Maussán, quien se ha asociado a una secta ovnilátrica, llegada de Italia y llamada la Fratellanza Cósmica, cuyos miembros se identifican con el lema *Non siamo soli* (No estamos solos), y su santón es un individuo que se hace llamar Bongiovanni, un supuesto contacto estigmatizado. Esta secta tiene relación con la denominada Nuevo Milenio, que dirige el ovniólogo James Hurtak, uno de los promotores del mito del rostro rocoso en Marte, quien intentó echar por tierra los datos obtenidos por la sonda Surveyor en abril de este año.

La mitología ovni en los Estados Unidos se centra en los supuestos secuestros o “abducciones” que los extraterrestres cometen con los ciudadanos de ese país. Según John Mack, un psicólogo promotor de esta creencia, los alienígenas han raptado ya a más de dos millones de estadounidenses, pero se ha enfrentado al hecho de que, por ejemplo, en otros países como México, ese fenómeno prácticamente es inexistente pues, por el contrario, aquí nuestros ovnis se preocupan más por su-

pervisar la actividad volcánica del Popocatepetl, una diferencia en los intereses de los extraterrestres, indicadora de que la creencia tiene más bien orígenes culturales, sin referencia a fenómeno real alguno. Sin embargo, Mack no vacila en su fe y señala que los visitantes tienen, sin duda, planes distintos para cada país.

Se calcula que unos tres mil individuos en todo México son miembros militantes de algunas de estas sectas ovnilátricas, lo cual es preocupante, ya que aparte de la explotación económica inmisericorde de la que son objeto, cada uno de ellos deja de funcionar como un ciudadano razonable, preocupado por lo que realmente sucede en el país, y queda de hecho inutilizado, sobre todo si es joven, para seguir alguna carrera científica seria. ●

Información en la red:

<http://www.csicop.org>

<http://www.skeptic.com/>

hescobar@datasys.com.mx

Nota aclaratoria

Por un exceso de celo en la corrección de estilo, en la entrega pasada volvimos confuso un párrafo que no lo era, ofrecemos una disculpa al autor y a nuestros lectores y reproducimos el párrafo tal y como debió haber aparecido.

...“La dilución se lleva a cabo por etapas, poniendo una gota de la sustancia base en 99 gotas de un diluyente como el alcohol; a esta mezcla se le dan dos sacudidas y se toma una gota de la solución resultante, la cual se mezcla a su vez con otras 99 del diluyente elegido, después se le vuelven a dar dos sacudidas y se toma de nueva cuenta una gota de la mezcla resultante, procedimiento que se repite hasta 200 veces.”...

En defensa de la patria

VIRGINIA GUEDEA Y JAVIER GARCADIEGO

Los historiadores profesionales solemos condenar, con justa razón, la historia de bronce, la patrioter, la que es motivada por la conmemoración de efemérides. Sin embargo, la calidad de la historiografía mexicana y la madurez de las instituciones político-culturales del país permiten ya la elaboración de obras como la que aquí se reseña.

Bajo los auspicios de la Comisión Organizadora de los Homenajes del CL Aniversario de los Niños Héroes, el Archivo General de la Nación hizo posible la edición de la obra acertadamente titulada *En defensa de la patria*, con el fin de conmemorar la guerra que sostuvieron México y los Estados Unidos durante los años de 1846 a 1848, y de manera especial la invasión norteamericana de 1847. Con este libro, el Archivo General de la Nación continúa su reciente tradición –que se remonta a cosa de cinco años– de publicar obras históricas de alto valor, y gracias a este tipo de trabajos la institución ha rebasado su compromiso de repositorio documental, y se ha convertido, así, en un espacio que promueve y genera polémicas historiográficas fundamentales.

En defensa de la patria, de Josefina Zoraida Vázquez y Reinaldo Sordo, con prólogo de Patricia Galeana, reconstruye y explica uno de los momentos más importantes de nuestra historia, y lo hace espléndidamente gracias a la calidad profesional de los tres autores y a la riqueza documental e iconográfica que contiene.

El prólogo de Patricia Galeana recoge la temática de los trabajos contenidos en el libro, da cuenta de la dificultad que México tuvo que vencer para establecer relaciones con el exterior, al tiempo que se ocupaba en constituirse como nación, y refiere en particular la conducta que los Estados Unidos siguieron con México, su proyecto expansionista y la manera como nuestro país se enfrentó a esta amenaza.

La prologuista señala que la derrota final de México se debió a la conjunción de diversos factores, aunque creemos con Ignacio Manuel Altamirano que la falta de preparación de los mandos militares y de patriotismo en las clases privilegiadas provocaron este desenlace. La maestra Galeana relata, por último, el difícil y accidentado proceso de las negociaciones que llevaron a la paz,



Josefina Vázquez y Reinaldo Sordo. *En defensa de la patria*, México, 1997, Comisión Organizadora del CL Aniversario de los Niños Héroes, Secretaría de Gobernación, AGN, 153 p., il.

necesaria para la supervivencia del país. Los diplomáticos que se ocuparon en estos asuntos, dice Galeana, no pudieron hacer más que salvar los restos del naufragio.

Las páginas siguientes contienen los ensayos de la doctora Josefina Zoraida Vázquez y del doctor Reinaldo Sordo, ambos investigadores destacados de El Colegio de México y especialistas en el tema de la obra.

El ensayo del doctor Sordo, “México en armas 1846-1848”, detalla el doloroso proceso de la guerra con los Estados Unidos. Para él, tal desastre fue, sobre todo, consecuencia de 25 años de anarquía política, de falta de cohesión en las clases dirigentes y de que en varias ocasiones se antepusieron los intereses personales a los de la nación. Su trabajo se refiere fundamentalmente al conflicto político interno, que desde su punto de vista fue causa determinante de la derrota mexicana; monarquistas, centralistas y liberales puros y moderados se disputaron el poder sin la capacidad y sin el deseo de ver más allá del triunfo de su facción, actitud que mantuvieron casi todos, salvo honrosas excepciones, antes, durante y después de la guerra. Señala, asimismo, que esa lucha se manifestó sobre todo mediante pronunciamientos, esa forma de acceder al poder que se había vuelto una constante en la vida política de aquellos años. La historia del doctor Sordo se inicia con el pronunciamiento de Paredes en San Luis, en contra del presidente Herrera en diciembre de 1845, apoyado por el Ejército de Reserva que debía defender a México de una invasión estadounidense. Así, con el pretext-

to de que el gobierno intentaba negociar con los Estados Unidos para alcanzar la paz, Paredes se comprometía a emprender la guerra.

Dos aspectos importantes para comprender el proceso que narra el doctor Sordo son, por una parte, la opción monárquica representada por políticos como Bermúdez de Castro, el mismo Paredes y Lucas Alamán, misma que aun cuando no tuvo éxito en ese momento se siguió manteniendo hasta ser definitivamente cancelada con la derrota de Maximiliano en la segunda mitad del siglo, y por otra, el profundo desacuerdo en que se hallaban los partidarios de la República. Este conflicto no sólo se daba entre centralistas y federalistas, sino en las propias filas de los seguidores del federalismo que se dividían en puros y moderados, enfrentados todos en forma radical. A decir del autor, este faccionalismo fue un factor importante en la derrota de nuestro país, pues la lucha se dio en todos los niveles, desde el Congreso hasta el campo de batalla, pasando por la prensa.

El ejército mexicano fue una pieza más en el juego político de las facciones; así, la narración del doctor Sordo es también la triste historia de un ejército que sufría las consecuencias de un erario en constante bancarrota e incapaz de sostenerlo, y que era movilizad o inmovilizad o para defender los intereses particulares de sus jefes, provocando con ello el incumplimiento de su función primordial que era hacer frente al enemigo externo.

Otra circunstancia determinante en este proceso fue la falta de apoyo de las distintas entidades que formaban el país, pues el enfrentamiento entre el centro

y las regiones, gestado en los últimos años de la Colonia y que cobraría fuerza en los inicios del México independiente, nunca tuvo peores consecuencias para el gobierno nacional y para el país entero que durante la guerra con los Estados Unidos. Uno de los aciertos del trabajo del doctor Sordo es precisamente dar cuenta –aunque sólo se limite a tres ejemplos– de la problemática que afligía a los estados, tanto en sus asuntos internos como en sus relaciones con el centro.

El autor del ensayo otorga un espacio importante a la lucha armada, destacando que la pugna entre facciones persistió pese a las distintas derrotas del ejército mexicano frente a los invasores, a la toma de la capital por las fuerzas estadounidenses y al establecimiento del gobierno nacional en Querétaro. Señala, sin embargo, que aun cuando los pocos acuerdos políticos que lograron las facciones resultaron negativos para el país, se dieron avances positivos para éste, como la reforma a la Constitución de 1824, debida fundamentalmente a Mariano Otero, así como a su Acta de Reformas y al reconocimiento que el gobierno de Querétaro obtuvo de los estados, y finaliza describiendo el dramático y complicado proceso con el cual se negoció la paz, que concluyó con la firma del Tratado de Guadalupe Hidalgo el 2 de febrero de 1848, que puso fin a las acciones bélicas y estableció los límites definitivos entre nuestro país y el vecino del norte.

En defensa de la patria incluye dos ensayos de la doctora Josefina Vázquez; el primero, denominado “Una injusta invasión”, es una mezcla del rigor científico y la pasión patriótica que caracterizan su obra histórica. El trabajo se inicia



con un análisis de la situación real de México y los Estados Unidos, cuando aquel era un país desintegrado y dividido, cuya frágil situación provocó el deficiente desempeño del ejército durante el conflicto, y éste, una nación dinámica y exitosa. El resultado de cualquier enfrentamiento entre ambos era absolutamente predecible; de ahí lo trágico del acontecimiento, dado que el conflicto era obligado y la derrota de nuestro país inevitable.

El segundo ensayo, titulado atinadamente “Un enfrentamiento anunciado”, recupera los antecedentes y las causas del conflicto. La autora señala que el origen último de la guerra fue la falta de colonización real en el norte novohispano, y la causa inmediata y el factor que precipitó la contienda fue la anexión de Texas a los Estados Unidos en 1845. De este modo, Texas pretextó su desacuerdo a acatar ciertas disposiciones centralistas, aunque su objetivo real era separarse de México e integrarse a la Unión Americana, cualquiera que fuese el rumbo de la política mexicana. Todo orientaba a Texas hacia el norte, tanto sus orígenes étnicos como su religión, su filosofía económica y su cultura; en pocas palabras, antes de que se convirtiera en otro estado norteamericano, éstos eran ya cultu-

ralmente angloamericanos. En resumen, Josefina Vázquez interpreta los hechos a partir de dos circunstancias coincidentes, el expansionismo estadounidense y la actitud negligente y poco solidaria de los políticos mexicanos.

Otro acierto de este ensayo es que explica los acontecimientos bélicos a partir de la evidente desigualdad que existía entre los ejércitos contendientes, pues en tanto que el norteamericano era profesional y estrictamente castrense, el mexicano –como señala también el doctor Sordo– estaba encabezado por individuos con más ambiciones políticas y diferencias ideológicas que capacidad militar. La doctora Vázquez, por su parte, destaca además lo grave que resultó para México que en pleno conflicto bélico el Poder Ejecutivo cambiara constantemente de mando, así como la falta de cooperación de los estados y de la Iglesia para afrontar la emergencia nacional y la continua renovación del proyecto estatal, que en cosa de días pasó de un intento monárquista a la restauración de la Constitución Federal de 1824. En otras palabras, se ignoraba qué quedaría de México y cuál sería el perfil político del país sobreviviente. La autora analiza meticulosamente una a una las campañas con sus diferentes aspectos y

momentos, como la del noreste a Veracruz y de ahí a la capital mexicana, y en el apartado “En pos de los pasos de Cortés” da cuenta de dicha campaña de Veracruz hacia el centro del país, y concibe la caída de la ciudad de México y la del gobierno nacional como la toma de “las murallas de Moctezuma”.

Otra aportación importante de este meritorio trabajo es el enfoque con que la autora aborda el tema de los Niños Héroes, efemérides que este libro conmemora. Rigurosa investigadora y experimentada docente, la doctora Vázquez no desmiente ni ensalza el polémico mito, pero reconoce su enorme significado político, señalando, eso sí, que no eran “niños” sino adolescentes, y que no eran “héroes” sino cadetes que cumplían con su deber. Acaso sea este el mensaje principal de su ensayo.

Por último, cabe destacar que la obra *En defensa de la patria* no sólo representa una de las mayores aportaciones historiográficas sobre los acontecimientos ocurridos en México hace ciento cincuenta años, sino que además favorece el afán de continuar el estudio de esa difícil e interesante etapa de nuestra historia, cuya cabal comprensión ayudará a entender todo el proceso posterior. ●

Celebración de la V Semana Nacional de Ciencia y Tecnología

En la ciudad de Hermosillo, Sonora, y con la representación del secretario de Educación Pública, licenciado Miguel Limón Rojas, el licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), inauguró la V Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, que se desarrolló en todo el país durante siete días.

Este encuentro, que concluyó el primero de noviembre y en el que participan, además de la Secretaría de Educación Pública y el Conacyt, instituciones educativas de diversos niveles, centros de investigación, museos de ciencia, así como los gobiernos estatales, tiene como objetivo fundamental promover y divulgar el conocimiento científico y tecnológico entre los diversos sectores sociales, pero de manera muy señalada entre los niños y jóvenes mexicanos.

La V Semana Nacional de Ciencia y Tecnología adoptó como lema "La ciencia y la tecnología están en tu mundo. Descúbrelas", y con dicho evento se pretende hacer llegar al público no especializado los conocimientos científicos, des-

tañar la relación que existe entre la ciencia y la vida cotidiana y crear conciencia entre los mexicanos sobre el papel tan importante que tienen la investigación científica y la tecnología en el desarrollo de la sociedad y el país.

Las diversas actividades desarrolladas en todo el territorio nacional durante dicha semana, fueron dirigidas por científicos, maestros, divulgadores y empresarios; se llevaron a cabo ciclos de conferencias, talleres, exposiciones, demostraciones, visitas guiadas a empresas y centros de investigación, museos y otras instituciones, y también se llevaron a cabo concursos, desfiles y ferias científicas.

Es de subrayarse que la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología ha incrementado cada año el volumen de las actividades que en ella se llevan a cabo, así como el número de personas participantes. En la cuarta Semana, que tuvo como sede nacional la ciudad de Aguascalientes, tomaron parte más de cuatro millones de personas y se realizaron más de 65 mil actividades. Se espera que en esta quinta, las cifras sean superiores.



Tercera reunión ministerial del APEC para la cooperación regional en ciencia y tecnología

El secretario de Educación Pública, Miguel Limón Rojas, durante la inauguración de la Tercera Conferencia Ministerial sobre Cooperación Regional en Ciencia y Tecnología del Mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), afirmó que el proceso de modernización de México ha exigido un gran esfuerzo en el ámbito de la educación, la ciencia y la tecnología, que no obstante su sólido avance requieren de una promoción más activa en el área de las innovaciones.

El licenciado Limón Rojas reiteró que México tiene hoy la posibilidad de llevar a cabo intercambios de profesores e investigadores, y de estimular a los jóvenes creadores con su participación en el Festival de la Juventud del Mecanismo Asia-Pacífico, así como de atender con mayor eficacia el interés del gobierno, para propiciar la conexión entre las personas, los recursos, las ideas, la ciencia y la tecnología. Asimismo, mencionó que el tema elegido con el nombre de Formación de Redes y Asociaciones resulta pertinente en el mundo contemporáneo, pues asociarse equivale a fortalecerse y en este sentido es importante porque significa fomentar la práctica de compartir y adquirir nuevos conocimientos para acelerar el ritmo de la innovación tecnológica, lo que hará más fuertes y competitivas a las empresas de nuestros países y contribuirá a obtener soluciones más apropiadas respecto a los problemas de nuestras sociedades.

Por su parte, el licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt),

en la primera sesión de trabajo de la conferencia realizada en la ciudad de México, ante 21 ministros de los países de la Cuenca Asia-Pacífico, afirmó que esta reunión ha permitido corroborar que en el ánimo de los países de la región predomina el interés por las personas, por los sectores de nuestra población, tradicionalmente marginados de la enseñanza superior y aislados en forma recurrente de la creatividad.

El licenciado Bazdresch subrayó que el grupo de ciencia y tecnología industrial ha hecho suya la preocupación por que la ciencia y la tecnología respondan a las necesidades de las grandes mayorías, y en ese sentido es aplaudida la actitud de los ministros presentes en la reunión, por su propósito de servir a los intereses de amplios sectores sociales.

Los países participantes en esta conferencia fueron Australia, Brunei Darussalam, Canadá, Chile, la República Popular de China con Hong Kong y Taipei, Indonesia, Japón, la República de Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa, Nueva Guinea, la República de Filipinas, Singapur, Tailandia y los Estados Unidos, además de Rusia, Perú y Vietnam, que se unirán a este grupo en noviembre próximo.

Esta Tercera Conferencia Ministerial sobre Cooperación Regional en Ciencia y Tecnología tiene como antecedentes la realizada en Beijing, República Popular de China, en 1995, con el tema Acción en ciencia y tecnología industriales, y la que se efectuó en Seúl, República de Corea en 1996, denominada Creatividad y movilidad. Investigadores en APEC.

Premio a la excelencia en investigación y desarrollo e innovación tecnológica SEP-Conacyt

En ceremonia realizada en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, el licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), entregó el premio a la excelencia en investigación y desarrollo e innovación tecnológica del sistema SEP-Conacyt, a tres destacados investigadores mexicanos. Los ganadores de dicho reconocimiento, otorgado por primera vez, fueron los doctores Gloria M. Yépiz Plascencia, del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo; Benjamín Rodríguez Garay, del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco, y María de Lourdes León Pasquel, del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.

El licenciado Bazdresch habló de la trascendencia de este premio y explicó que, sin duda, servirá para impulsar la excelencia del sistema SEP-Conacyt, integrado por 27 instituciones que operan en distintos puntos del país, y asimismo afirmó: “La fuerza del sistema está ligada a su capacidad técnica y a su excelencia académica.” Para concluir, el director del Conacyt manifestó que “siempre se protegerá la excelencia académica”.

A la doctora Yépiz Plascencia le fue otorgado el premio por su trabajo titulado Bifuncionalidad de una proteína plasmática del camarón. Transporte de



El licenciado Carlos Bazdresch estrecha la mano al doctor Anthony Biddlestone; observa el doctor José Lever.

Convenio del Conacyt con la Universidad de Birmingham

lípidos y reconocimiento de betagluanos, y el doctor Rodríguez Garay recibió el reconocimiento por su proyecto de investigación Embriogénesis somática y selección celular para resistencia a filtrados microbianos en *Agave tequilana* Weber, variedad azul, mientras que la doctora León Pasquel se hizo merecedora al premio por su trabajo Raíces verbales tempranas en la adquisición del maya tzotzil. Factores del *input* materno contra predicciones cognoscitivas.

Por su parte, recibieron menciones honoríficas los doctores Norma Hernández Saavedra, del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste; José Luis Ochoa, de la misma institución; Víctor Manuel Loyola, del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Yunny Meas Vong, del Centro de Investigación y Desarrollo en Electroquímica, y Robin M. Grier, Kevin B. Grier y José Carlos Ramírez Sánchez, los tres del Centro de Investigación y Docencia Económicas.

En este acto estuvieron presentes también los doctores Alfonso Serrano Pérez Grovas, director adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt; Rafael Loyola Díaz, director general del CIE-SAS; Inocencio Higuera, director general del CIAD, y Luis Edmundo Garrido Sánchez, director general del CIATEJ.

El licenciado Carlos Bazdresch Parada, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), durante la firma de un convenio celebrado con la Universidad de Birmingham, Inglaterra, para otorgar becas a estudiantes mexicanos durante los próximos tres años, señaló que la inestabilidad económica ha impulsado al Conacyt a realizar mayor número de estos convenios con universidades y organismos internacionales, puesto que en las actuales condiciones de fluctuación del sistema financiero internacional, los esquemas de cofinanciamiento son un instrumento indispensable para lograr la viabilidad del programa de becas en el largo plazo.

En 1998, el Conacyt ha suscrito acuerdos con cerca de 40 entidades, entre universidades, gobiernos y organismos internacionales, lo que beneficia a cerca de 486 estudiantes que deciden cursar un doctorado en el extranjero, y debido a los convenios como el que se firmó con la Universidad de Birmingham, el número de tales becarios aumentó en más de 50% y el costo promedio por becario ha disminuido considerablemente.

Otra ventaja que ofrecen dichos convenios, explicó el director del Conacyt,

es que permiten ordenar mejor el intercambio científico y tecnológico con las instituciones del extranjero, de manera que este intercambio no sólo se da entre individuos, sino entre grupos de científicos, lo que permite la comunicación entre los estudiantes, quienes al terminar sus estudios y regresar a México se incorporan a la academia o al sector productivo nacional.

En el acuerdo de cofinanciamiento entre el Conacyt y la Universidad de Birmingham se señala el apoyo a las áreas de ingeniería y ciencias, entre las que destaca la bioquímica, la biología, la física y la astronomía. La institución académica aportará medio millón de pesos, cantidad destinada a reducir el costo de la colegiatura, mientras que el Consejo cubrirá el resto de ella, la manutención y el seguro médico del estudiante.

En la firma del convenio estuvieron presentes, por la Universidad de Birmingham, el profesor Dominic Herrington, director de Relaciones Internacionales de la misma, y el doctor Anthony Biddlestone, decano de la Facultad de Ingeniería, quien subrayó la labor del Conacyt en apoyo a los mejores estudiantes mexicanos, a los que calificó de excelentes profesionales en México y en el extranjero. ●

Donación de equipo del gobierno japonés al CIDESI

El gobierno de Japón, por medio de su Agencia de Cooperación Internacional JICA, entregó oficialmente un equipo de más de cuatro millones de dólares al Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) del Sistema SEP-Conacyt, como parte del Proyecto de Fortalecimiento del Centro para la transferencia tecnológica a la pequeña y mediana industrias en el estado de Querétaro.

El equipo donado por el gobierno japonés fue entregado al CIDESI por el señor Kazuo Tanigawa, director general del Departamento de Cooperación y Desarrollo de Industria y Minería de JICA, dentro de la cuarta etapa del Proyecto de Fortalecimiento del CIDESI. El ingeniero Angel Ramírez Vázquez, director general del Centro, recibió el donativo y señaló que esta institución de ingeniería y desarrollo industrial para apoyo de la pequeña y mediana industrias es la primera de este tipo que Japón desarrolla dentro de sus programas de cooperación internacional con México.

Ramírez Vázquez afirmó que el otorgamiento de este equipo al CIDESI coloca al Centro en una posición de gran responsabilidad y compromiso en la tarea de apoyar la modernización y el desarrollo tecnológico de la planta produc-



Durante un recorrido por las instalaciones del CIDESI vemos a los señores Kazumi Susuki, Kazuo Tanigawa y a los ingenieros Angel Ramírez Vázquez e Ignacio Loyola Vera, gobernador del estado de Querétaro.

tiva regional, nacional e incluso internacional, en beneficio de la pequeña y mediana industrias.

El señor Tanigawa manifestó que el objetivo principal de este proyecto es ampliar los servicios en las áreas de ensayos no destructivos y caracterización de materiales (análisis químicos, pruebas mecánicas y metalografía), con el fin de dar mayor soporte y confiabilidad a los resultados que se obtengan en los laboratorios y en la formación de recursos humanos, pues este es un tema prioritario de cooperación técnica del gobierno del Japón con México.

Las acciones de las que nace este proyecto se basan en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, que se orienta a la promoción del intercambio científico y

tecnológico con el exterior, para incorporar en el país las tendencias mundiales de la ciencia y la tecnología y aumentar la competitividad en los mercados internacionales, así como la productividad y la calidad, además de fortalecer a los centros de investigación y desarrollo y estrechar su vinculación con el sector privado.

A la ceremonia oficial de entrega de este equipo concurren el ingeniero Ignacio Loyola Vera, gobernador del estado de Querétaro, el doctor Manuel Corona, representante del licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y el licenciado Carlos O'Farril, director de Coordinación y Apoyo Institucional del propio Consejo. ●

Presentación del libro *Historia de las instituciones del Sistema SEP-Conacyt*

El libro *Historia de las instituciones del Sistema SEP-Conacyt*, que incluye información acerca de las 27 que lo conforman y su trascendencia para el desarrollo científico y tecnológico del país, fue presentado en el auditorio Alfonso Reyes de El Colegio de México, por el licenciado Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y por los doctores Alfonso Serrano Pérez Grovas, director adjunto del sistema SEP-Conacyt, Carlos Herrejón Peredo, director del Colegio de Michoacán, e Ignacio Sosa Alvarez de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El licenciado Bazdresch señaló que el elemento que une a las instituciones del Sistema es la búsqueda de la excelencia en todos los ámbitos, y la voluntad de acción, cuyo motor debe ser el servicio a la sociedad.

El doctor Serrano Pérez Grovas comentó que en febrero de 1992 fue reformada la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, lo que dio como resultado que las atribuciones relativas a la coordinación y promoción del desarrollo científico y tecnológico, que correspondían a la Secretaría de Programación y Presupuesto, fueran conferidas a la Secretaría de Educación Pública, que incorporó al Conacyt las funciones de coordinación del subsector ciencia y tecnología y se estableció así el Sistema SEP-Conacyt. Asimismo, explicó que este Sistema es un conjunto de 27 instituciones de



En la gráfica los doctores Carlos Herrejón Peredo, Andrés Lira González, el licenciado Carlos Bazdresch, así como los doctores Alfonso Serrano Pérez Grovas e Ignacio Sosa Alvarez.

investigación, que abarcan diversos campos del conocimiento científico y tecnológico, agrupadas en tres áreas, nueve de ellas en las ciencias exactas y naturales, nueve en ciencias sociales y humanidades, siete en desarrollo tecnológico y las dos restantes dedicadas a la prestación de servicios.

El doctor Serrano Pérez Grovas hizo notar que más del 40% del personal científico y tecnológico cuenta con el grado de maestro o doctor, y que de las instituciones de ciencias sociales y humanidades, más de la mitad del personal es de nivel de posgrado, agregando que el Sistema SEP-Conacyt cuenta con 34 programas de doctorado y 45 de maestría. El año pasado fueron atendidos 2 mil 769 estudiantes y se graduaron 400.

El doctor Carlos Herrejón Peredo comentó que en este libro se prodrán conocer “los antecedentes y los orígenes de cada institución, sus metas particulares, los tipos de actividad, la organización consiguiente, el desarrollo a través de los años, los avatares y logros, los problemas y las perspectivas, pues todo ello fue la

agenda de quienes escribieron cada capítulo”.

Más adelante afirmó: “lo primero que llama la atención es la gama de actividades y campos que cubre el conjunto de entidades, desde los números, desde el átomo y los elementos orgánicos más pequeños hasta la grandeza del océano y la lejanía de los astros; desde el aprovechamiento de todo tipo de materiales y el cuidado de los sistemas de vida hasta la construcción de aparatos y el mejoramiento de cultivos y alimentos; desde el rescate de tradiciones y el recuento de historias hasta los procesos económicos y los problemas sociales de hoy en día.”

Por último, el doctor Ignacio Sosa Alvarez señaló: “Esta lectura es importante porque nos coloca, en algunos casos, en presencia de los padres fundadores del Sistema y nos hace recordar el peso que las personalidades tienen en la formación y el desarrollo de las instituciones”, y también habló de la visión descentralizadora del Sistema SEP-Conacyt para planear y llevar a cabo los proyectos que realiza. ●

Colocación de la primera piedra de las instalaciones del Gran Telescopio Milimétrico

En la comunidad de Texmalaquilla, municipio de Atzizintla, Puebla, fue colocada la primera piedra del Gran Telescopio Milimétrico (GTM), proyecto mexicano-norteamericano que realizan la Universidad de Massachusetts, y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), perteneciente al Sistema SEP-Conacyt, con el apoyo de los gobiernos de ambos países.

Ante el representante del presidente Ernesto Zedillo, el doctor Sergio Guevara, director general del Instituto de Ecología de Xalapa, Veracruz, y del gobernador del estado de Puebla, licenciado Manuel Bartlett, el ingeniero Ramiro García Sosa, en nombre del licenciado Carlos Bazdresch, director general del Conacyt, afirmó que el GTM es una muestra de que cuando se conjugan los esfuerzos de la ciencia y se aprovechan los recursos, las metas son alcanzables por difíciles que parezcan.

El ingeniero García Sosa, director adjunto de Modernización Tecnológica del Conacyt, señaló que este proyecto binacional comprueba que en los logros de la ciencia no existen barreras físicas, y declaró que el GTM tendrá una importante derrama tecnológica, particularmente en el campo de las telecomunicaciones, lo cual, dijo, abrirá nuevos espacios de oportunidad para los empresarios.

Por su parte, el doctor Alfonso Serrano Pérez Grovas, director adjunto del Sistema SEP-Conacyt y principal impulsor del proyecto GTM, resaltó la participación de los empresarios en dicho proyecto: "Este telescopio tiene el compromiso fundamental de ser no sólo el mayor telescopio milimétrico del mundo, sino también de ayudar al desarrollo del país, atraer divisas y generar empleos, y esto se logra cuando los descubrimientos del



El licenciado Manuel Bartlett coloca la primera piedra de las instalaciones del GTM, lo observan los doctores Steve Strom y Alfonso Serrano.

conocimiento se aplican en la industria." El astrónomo e investigador reiteró asimismo: "El único camino que puede ayudar a Texmalaquilla, a Puebla y a México a salir de sus problemas, es usar el conocimiento, la ciencia y la tecnología."

En la ceremonia de colocación de la primera piedra del GTM estuvieron presentes, en representación del embajador de los Estados Unidos en México, Jef-

frey Davidow, el señor Michel Optican, así como Paul Goldsmith, director del Observatorio de Radioastronomía de ese país; también asistió el doctor Arcadio Poveda, de la Universidad Nacional Autónoma de México; el señor Juan Antonio Badillo, secretario de Educación Pública del estado de Puebla, y el ingeniero Carlos Mier y Terán, director de Telecomunicaciones. ●

Nueva fase a los 60 años de historia de El Colegio de México

Durante la ceremonia del sexagésimo aniversario de la fundación de la Casa de España, actualmente El Colegio de México, efectuada en la sala Alfonso Reyes de ese recinto, el presidente Ernesto Zedillo informó que esta magna institución dejaba de formar parte del Sistema SEP-Conacyt y quedaba reconocida como un organismo autónomo con carácter de universidad, en reconocimiento a la alta calidad del desempeño de sus investigadores, maestros, directores y trabajadores a lo largo del tiempo.

El doctor Ernesto Zedillo reiteró que el gobierno federal mantendrá el apoyo necesario para hacer posible las tareas de El Colegio de México, y también sostuvo que a la institución se le reconoce su aportación para alcanzar la calidad académica, la devoción por el conocimiento, la entrega a la formación de nuevas generaciones y la participación cada vez más activa para solucionar los problemas de nuestro país.

Asimismo, resaltó que a partir del trabajo de los refugiados españoles se generaron cursos que beneficiarían a la Universidad Nacional y a otras instituciones de educación superior, lo cual fortalece aún más la trascendencia de El Colegio de México en los estados, pues a lo largo de seis decenios la institución se ha mantenido libre y generosa para muchos hombres y mujeres, mexicanos y extranjeros, que aquí han encontrado un espacio de fecunda convivencia intelectual.

En El Colegio de México también se rindió homenaje a la memoria de Daniel Cosío Villegas, en el centenario de su nacimiento, quién, junto con Alfonso Reyes, aseguró la solidez de la institución. Asimismo, el actual presidente de la institución, Andrés Lira González, mencionó que el propósito de la misma es ser un ámbito plenamente dedicado a la investigación, a la formación de quienes han de profesarla y a difundir sus logros. ●

Nuestra ciencia

Conferencia magistral de Alain Touraine por su ingreso a la AMC

Con motivo de su ingreso como Miembro Correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Alain Touraine, reconocido como uno de los pocos estudiosos que pueden jactarse de haber revolucionado la sociología del siglo XX, dictó la conferencia magistral *Análisis y crítica de la globalidad*, el pasado 6 de octubre.

Debido a lo que hoy conocemos como globalización “el mundo no se integra, se cae a pedazos, pues más que una aldea global vivimos un mundo que se caracteriza por una nueva ruptura interna de todas las sociedades” –dijo Alain Touraine. La globalización no corresponde a la realidad, indicó el autor de la *Teoría de la sociología de la acción*, sino que da una imagen totalmente opuesta, es decir, la de una evolución fragmentada.

En el auditorio de la Coordinación de Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el sociólogo francés definió lo que se conoce como globalización en nuestros días: “Es la desvinculación de todos los elementos de la vida social y económica en todos sus niveles.” Por lo anterior, señaló que más que globalización se debe hablar de una desglobalización, pues hay una tendencia a la ruptura y al desgarramiento en el mundo. Así, advirtió que no estaba allí para hablar de las ventajas o desventajas de este concepto sino “para presenciar su defunción”.

Acompañado por el coordinador de Humanidades, Humberto Muñoz, y Ricardo Pozas Horcasitas, coordinador del

área de Ciencias Sociales de la AMC, Alain Touraine se pronunció por buscar una solución a los problemas de la sociedad, para que al fin se logre una auténtica globalización, entendida como la integración del mundo, aunque reconoció que estamos muy lejos de lograrla.

A pesar de que la globalización se presentó como una tendencia casi natural y una nueva etapa en la que se han ampliado los campos políticos y económicos –indicó Touraine– ésta aparece ahora como lo contrario: “la idea de globalización es una visión voluntarista del desorden actual”.

Al inicio de su exposición en el auditorio de la UNAM, el sociólogo francés hizo un homenaje a las ciencias sociales mexicanas al comentar que México ha sido uno de los países más creativos en este campo, y actualmente puede calificarse como el de mayor creatividad. Touraine también señaló que, en la ac-

tualidad, ha desaparecido cualquier sistema de regulación política, social o cultural, por lo que estamos en situación semejante a épocas que pueden considerarse antesala de una revolución tecnológica de transformación profunda en la sociedad. En este contexto afirmó que vivimos una situación similar a la de 1928, cuando todo mundo esperaba un crecimiento del Producto Interno Bruto y pasó exactamente lo contrario: “Las crisis de diferentes países nos pueden llevar a una recesión mundial”, señaló.

En su exposición, el sociólogo francés, doctor Honoris Causa por las universidades de Cochabamba, Ginebra, Montreal, Louvain-La-Neuve y La Paz, así como profesor honorario de la Universidad de Chile, se pronunció por un sistema nacional de control de la economía mundial, pues afirmó que la fragmentación de las sociedades ha derivado en juegos de dominio. ●



Los foros de la Academia Mexicana de Ciencias

En el marco del Convenio de Colaboración entre el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República (CCC), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), esta última coordina una serie de foros, tanto disciplinarios como temáticos, que convocan a varias instituciones de educación superior y de investigación para analizar problemas científicos y sociales relevantes, y enriquecer el ámbito de la participación académica en la búsqueda de mejores soluciones que permitan consolidar la ciencia mexicana.

El pasado 17 de septiembre, el foro estuvo coordinado por el doctor Manuel Peimbert Sierra y tuvo como objetivo primordial presentar las Perspectivas de la Astronomía en México, incluyendo su proyección hacia el futuro, y discutir la conveniencia de elaborar planes de desarrollo integrales para esta disciplina. Asimismo, se destacó el vínculo de la astronomía con la instrumentación, la descentralización de la ciencia y el desarrollo de la educación superior.

Con la participación de los doctores Arcadio Poveda, Gloria Koenisberger, Omar López, Mauricio Tapia, Susana Lizano, Armando Arellano, Luis Carrasco, Luis Salas, Luis F. Rodríguez, José Franco, Silvia Torres, Alberto Carramiñana, Francisco Bolívar, Jaime Martuscelli y Alfonso Serrano, en el foro se abordaron los siguientes temas: El nacimiento de la astrofísica en México, El desarrollo de programas de investigación en astronomía, Grandes proyectos, Formación de astrónomos profesionales, y la mesa redonda sobre Planeación del desarrollo de la as-

tronomía mexicana a corto, mediano y largo plazos.

Arcadio Poveda comentó que “uno de los problemas prioritarios a los que se enfrentan los astrónomos mexicanos en la actualidad es la falta de mercados de trabajo donde puedan desarrollarse”; sin embargo, agregó que la docencia podría ser la respuesta a esta necesidad. También se consideró fomentar en la sociedad el gusto por la astronomía, a fin de que se abran los espacios laborales que se necesitan, y otra propuesta fue la de agremiar a los astrónomos en una comunidad, con objeto de realizar proyectos específicos de manera conjunta y de carácter nacional.

Por otra parte, Economía de la salud: agenda de investigación y lineamientos para las políticas públicas, fue el foro llevado a cabo el 25 de septiembre, y en esa ocasión los objetivos fueron fortalecer los enlaces entre economistas, investigadores, médicos y aquellos que toman decisiones en el sector salud, así como difundir el conocimiento de los estudios que

se realizan nacional e internacionalmente en esta materia.

El acto fue coordinado por los doctores Carlos Elizondo Mayer-Serra, Julio Sotelo y Felicia Knaul, y estuvo dividido en las siguientes mesas de discusión: El campo de la economía de la salud: historia, innovaciones y desafíos; La relación dual entre la economía y la salud; El análisis de las tendencias recientes en los patrones de salud y las implicaciones para las políticas públicas; El financiamiento de la salud, y Salud, derechos humanos y equidad.

De esta manera, el evento organizado por el Centro de Investigación y Docencia Económicas, el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, y el Instituto Nacional de Salud Pública, promovió los conocimientos de la economía de la salud como insumo a la formulación y aplicación de las políticas públicas; difundió la información técnica más actualizada en el rubro comentado y sentó las bases para profundizar esos conocimientos en México. ●



Condecoración a René Drucker por parte del gobierno de Venezuela

“ **A** un cuando las naciones hispanoparlantes han trazado fronteras políticas y geográficas de independencia, hemos perdido poco a poco la batalla por la independencia intelectual y científica. Nuestra dependencia tecnológica es cada vez mayor y, a través de ella, también la ideológica”, así lo señaló el destacado neurofisiólogo mexicano René Drucker Colín, al recibir el 9 de septiembre del año en curso la Orden Andrés Bello, en su clase Banda de Honor, que el gobierno de Venezuela le otorgó como reconocimiento a su trayectoria en el terreno de la investigación científica.

“Contrariamente a lo que se dice –agregó Drucker–, la ciencia y la tecnología no son universales, tal vez lo fueron hace algunos decenios, pero hoy en día son un instrumento de control de los países poderosos sobre los débiles. La pregunta es si estaremos a tiempo para estrechar la grieta que nos separa de las naciones poderosas, o ésta es ya demasiado amplia y profunda.”

El encargado de negocios de la em-

bajada venezolana en México, Alcides Villalba, impuso la condecoración, previa lectura del bando 1723 y de la autorización del gobierno mexicano para la aceptación de la presea. Luego de dar lectura a una breve biografía de Andrés Bello, eminente humanista venezolano, el doctor Drucker expresó su agradecimiento al gobierno de Venezuela y particularmente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haberle proporcionado los medios para realizar las metas alcanzadas.

En la ceremonia protocolaria, efectuada en la residencia de la embajada venezolana en México, a la cual asistieron el licenciado Miguel Limón Rojas, secretario de Educación Pública, y el rector Francisco Barnés de Castro, entre otros funcionarios, el ministro consejero Alcides Villalba explicó que la Orden Andrés Bello es particularmente exigente y su consejo muy meticuloso en la selección del galardonado. El funcionario describió al doctor René Drucker “como un hombre que además de tener los méritos como investigador en

neurofisiología, es una persona con extraordinaria sensibilidad social”.

René Drucker refirió que una de sus líneas de investigación a lo largo de su vida académica ha sido el estudio del sueño desde el punto de vista biológico, e incluso ha sido promotor de la Clínica de Trastornos del Sueño, inaugurada en febrero pasado en la Unidad de Medicina Experimental del Hospital General de México.

El doctor Drucker ha sido reconocido internacionalmente por sus investigaciones en enfermedades neurodegenerativas, particularmente en la lucha contra el mal de Parkinson. En la actualidad es jefe del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM y vicepresidente de la Academia Mexicana de Ciencias; pertenece a diversos comités científicos y editoriales, tanto en México como en el extranjero. Entre las distinciones que ha recibido destacan los premios Nacional de Ciencias y Artes 1987 y Universidad Nacional 1988 en el área de investigación en ciencias naturales. ●



Expo-Química 2000

Con el fin de establecer vínculos que permitan acercar la ciencia en forma accesible y divertida a jóvenes y niños para, en etapas posteriores, motivar a estudiantes de bachillerato y de licenciatura hacia las especialidades que requieren fortalecer sus programas de posgrado y de investigación, la Facultad de Química llevó a cabo, del 23 de noviembre al 5 de diciembre del año que acaba de concluir, la exposición denominada La química en la sociedad.

El evento, que tuvo fines didácticos y demostrativos, reunió a más de 100 industrias de la química, establecidas en nuestro territorio en los últimos 82 años, entre las que se encontraban Celanese Mexicana, Cervecería Cuauhtémoc, GIRSA, Pepsico, Ica Fluor Daniel, Syntex, Pemex y el Instituto Mexicano del Petróleo y otras, por lo que estuvieron representados los sectores petroquímico, farmacéutico, de esencias, perfumes y cosméticos, hules y plásticos, pinturas, tintes y pigmentos, y de la industria minero-metalúrgica.

El propósito de la Expo-Química 2000 fue mostrar en forma creativa y didáctica algunos de los procesos que desarrollan los empresarios en sus plantas para la fabricación de los productos, así como los fundamentos químicos empleados en su elaboración. La muestra buscó también aclarar las interrogantes que se plantea el hombre contemporáneo respecto a los conceptos básicos de la química. ●

Importante labor de la selección mexicana en la IV Olimpiada Iberoamericana de Química

En la ciudad de Bogotá, Colombia, se llevó a cabo la IV Olimpiada Iberoamericana de Química, entre el 18 y el 24 de octubre del presente año, y en esta oportunidad los 44 participantes correspondieron al país anfitrión, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, España, Perú, Uruguay, Venezuela y México, cuya delegación realizó una destacada labor, ya que Carlos Wiechers –de León, Guanajuato– obtuvo la medalla de oro; Gerardo Torres Avalos y Rubén Octavio Muñoz –de Guadalajara, Jalisco– recibieron las preseas de plata, y Gautham Nair –de Cuernavaca, Morelos– la de bronce. El equipo fue encabezado por los profesores María Antonia Dosal y Fernando León, de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La Olimpiada Iberoamericana de Química es una actividad académica que suma varios esfuerzos, el de los estudiantes de bachillerato que compiten, el de los profesores que han apoyado su trayectoria y fomentan la inquietud por el aprendizaje y el de los organismos e

instituciones participantes. Objetivos de este certamen son los de contribuir al fortalecimiento de la ciencia y al desarrollo de los jóvenes, incrementar los lazos de amistad entre los países participantes y crear un marco propicio para la cooperación, el entendimiento y el intercambio de experiencias.

En la trayectoria de México respecto a este evento destacan las medallas de oro y plata, más dos de bronce, obtenidas en 1995 durante la primera Olimpiada realizada en Argentina; el año siguiente la competencia se llevó a cabo en nuestro país y se consiguieron también una de oro y tres de plata, y en el tercer evento, efectuado en Brasil, dos de plata y dos de bronce. Este año se confirma nuevamente que dentro de las ciencias exactas, la química en México, es una actividad importante que merece ser apoyada con mayor decisión. Cabe destacar que el número inicial de aspirantes a esta selección fue de 20 a 25 mil jóvenes al año, y que en 1999 la Olimpiada Iberoamericana de Química se efectuará en España. ●



Diagnóstico inteligente de averías

La empresa AcknoSoft, que se especializa en ingeniería del conocimiento, ha desarrollado una gama de herramientas denominadas KATE, que permiten construir sistemas informáticos de ayuda para la toma de decisiones.

KATE utiliza dos innovadoras tecnologías, el razonamiento a partir de determinados casos (Case-Base Reasoning en inglés) y la inducción. Con ellas, el usuario puede buscar, organizar y gestionar los conocimientos y las experiencias acumuladas por empresas e instituciones, para resolver problemas tan diversos como el pronóstico de las averías en centrales telefónicas, los diagnósticos médicos, la mejora en la fiabilidad de equipos de medición, la detección de fraudes y el mantenimiento de equipos industriales, entre otros.

SNECMA Services utilizó las herramientas de KATE para desarrollar un sistema de ayuda al mantenimiento de los Boeing 737 y reducir el tiempo de inmovilización de estos aparatos, obteniendo un ahorro de 25% de dicho tiempo y disminuyendo en 50% el dedicado por los técnicos para diagnosticar las averías de los reactores.

Conformado con datos recopilados de las compañías aéreas, este banco de casos eliminó los redundantes y los no significativos, configurando cada uno de los restantes como un complejo conjunto de datos, que comprende cerca de 60 síntomas descritos por 80 parámetros. Al constituir cada caso en un modelo ha sido posible jerarquizar y estructurar dicha base, para efectuar diagnósticos intelligen-

tes y contextualizados, así como detectar las incoherencias existentes en la misma, mediante los algoritmos de inducción de KATE. Así, los técnicos describen la avería en menos de dos minutos, contestando las preguntas de un formulario, y el sistema es capaz no sólo de encontrar un caso idéntico al del problema descrito, sino también de proporcionar una lista de otros similares. De esta manera, el sistema ofrece, además de la rapidez en el diagnóstico, la posibilidad de compartir información de gran interés, especialmente para las pequeñas compañías aéreas, proporcionándoles acceso a los datos adquiridos del cúmulo de expe-

riencias de la flota de los Boeing 737.

En la actualidad, este sistema es utilizado por British Airways, Turkish Airlines y Deutsche BA, entre otras aerolíneas, y próximamente se distribuirá una versión de este sistema en CD-ROM entre los servicios de mantenimiento de diversas compañías aéreas. ● (Cefrapit)

Para mayor información dirigirse a:
Michel Manago, directeur general,
ACKNOSOFT,
58, rue du Dessous-des-Berges, 75013,
París, Francia Fax: 33 1 44 24 88 66,
E-mail: manago@ibpc.fr
WEB: www.acknosoft.com



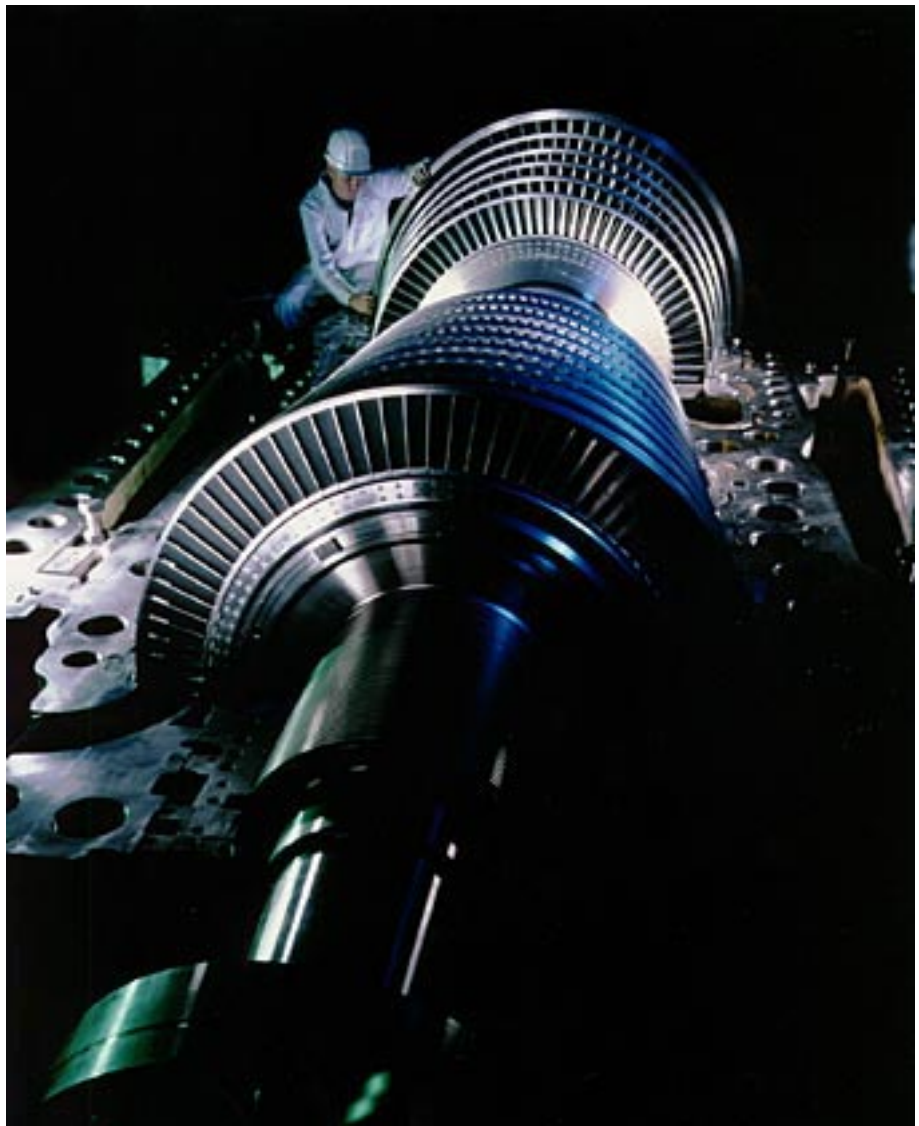
CORTESIA CEFRAPIT

Producción eficiente de electricidad

La mayor parte de la electricidad que se consume en Dinamarca proviene de centrales térmicas, y el resto, cuyo origen es fundamentalmente hidráulico, se adquiere de Noruega. La central térmica de Skaerbaek en este país, basada en combustibles fósiles y quizá la más eficiente de este tipo en el mundo, incorpora la más avanzada tecnología británica dirigida a reducir las emisiones de gases que causan el efecto invernadero en la atmósfera.

Esta turbina de vapor, fabricada por GEC Alsthom en su factoría de Rugby, funciona a 285 baros de presión y 580°C, alcanzando también en sus dos primeras fases de recalentamiento esta temperatura; en tales condiciones se puede lograr una eficiencia energética del 49% y una reducción al máximo de las emisiones de gases, convirtiendo a esta central de combustibles fósiles en una de las más ecológicas del mundo. Dicha turbina se ha instalado como ampliación de la antigua central que suministra electricidad al sistema de calefacción central instalado en este distrito y a la empresa Elsam Production, cuyas propietarias son las seis compañías eléctricas de la zona de Jutlandia-Funem, y que se encarga de suministrar casi toda la electricidad y calefacción que se consume en la zona del Gran Belt, en la cual habitan 2.8 millones de personas, aproximadamente el 55% de la población danesa.

El proyecto Skaerbaek es otra de las



Turbina de vapor fabricada por GEC Alsthom.

primicias mundiales de GEC Alsthom, creadora también de la mayor caldera del mundo y la más grande turbina de vapor instalada en la central Chooze B. de Francia. ● (LPS)

*Para mayor información dirigirse a:
GEC Alsthom, Steam Turbine Group,
Newbold Road, Rugby, Warwickshire,
United Kingdom, CV21 2NH.
Fax: +44 1788 531 700*

Los autores

Narciso Antonio Acuña González, coautor de la nota "El Titanic: falla del acero y de una estructura", nació en Campeche el 19 de octubre de 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 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución en la que actualmente lleva a cabo el doctorado en ingeniería química. Es responsable ante el Conacyt de dos proyectos de investigación que se realizan en colaboración con el gobierno de los Estados Unidos, cuyo tema es la corrosión y fatiga de los aceros inoxidable en el medio marino, y en 1991 fue galardonado con el primer lugar en el área metalmeccánica que otorga la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.



Correo electrónico: nacuna@labna.unimayab.edu.mx

Alejandro Amador Lucero, coautor del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", nació en La Paz, Baja California Sur, el 26 de marzo de 1971. Obtuvo la licenciatura en ingeniería bioquímica en el Instituto Tecnológico de La Paz, para lo cual realizó su tesis en el proyecto Interacción entre microorganismos y plantas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. de La Paz, institución en la que posteriormente participó en el proyecto denominado Aprovechamiento de bacterias benéficas de la rizosfera y raíces de mangle para la promoción y crecimiento de plántulas de mangle y salicornia, y donde actualmente participa en el proyecto Desarrollo de inoculantes bacterianos mixtos para cultivos en zonas agrícolas semiáridas, reforestación del medio ambiente y biotratamiento del agua. Asimismo, es coautor de diversos artículos que versan sobre el efecto de los microorganismos benéficos para las plantas.



Edgar Santiago Amador Silva, coautor del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", nació en La Paz, Baja California Sur, el 25 de julio de 1957. Llevó a cabo la licenciatura en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, obtuvo el Diplôme d'Études Approfondies por la Universidad de París XIII, en Villateneuse, Francia, y ha realizado el 60% de los créditos de la maestría en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en La Paz. Desde 1976 a la fecha ha laborado, ocupando diversas categorías, en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y ha participado en 12 proyectos de investigación. Asimismo, durante 1992 se desempeñó como



profesor por asignatura nivel "A" en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y de 1991 a 1994 como asesor en consultoría ambiental. Ha realizado 36 presentaciones en congresos y es autor de 11 artículos de investigación, cinco de divulgación científica, un capítulo de libro y dos publicaciones educativas más.

Yoav Bashan, coautor del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", nació en la ciudad de Haifa, Israel, el 12 de octubre de 1951. Obtuvo la licenciatura, la maestría y el doctorado con mención honorífica en la Hebrew University of Jerusalem, y posteriormente llevó a cabo dos años más de posdoctorado en The Weizmann Institute of Science en Rehovot, Israel, institución en la que se desempeñó durante tres años como investigador. Durante 1988 y 1989 trabajó como científico visitante en la Universidad del Estado de Ohio, Estados Unidos, y de 1990 a 1997 fue jefe del grupo de Microbiología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., institución en la que actualmente se desempeña como profesor investigador en el grupo de Investigación de Biología Experimental, siendo su principal área de estudios la interacción entre plantas y microorganismos. Es autor de más de 200 trabajos científicos publicados en ediciones nacionales e internacionales, y éstos han sido citados por la comunidad científica internacional en alrededor de 1 400 ocasiones. Asimismo, es Investigador Nacional, nivel III, del Sistema Nacional de Investigadores.



Simón Brailowsky Klipstein (1948-1998), autor del artículo "El sueño en los primeros dos años de vida", realizó sus estudios de médico cirujano en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y obtuvo el Diplôme d'Études Approfondies, con especialidad en neurofisiología animal, por la Universidad de París VI, donde llevó a cabo también el doctorado en ciencias de la vida y de la salud. Asimismo, realizó una especialidad más en neurofisiología clínica en el Consejo Mexicano de Electroencefalografía; se desempeñó como profesor titular de farmacología en la Facultad de Medicina de la UNAM y fue investigador visitante en las universidades de Nueva York y California-Davis, en los Estados Unidos, así como en la de Estrasburgo y en el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia. Su labor investigadora en el campo neurológico fue reconocida internacionalmente, y en 1994 le fue otorgada la beca Guggenheim. Colaboró en diversos medios de comunicación cotidianos, y sus obras *El cerebro averiado*, *Las sustancias de los sueños: neuropsicofarmacología*, y una más sobre la epilepsia que aparecerá próximamente, fueron editadas por el Fondo de Cultura Económica. El doctor Brailowsky pertenecía al Sistema Nacional de Investigadores, nivel II, era integrante de la Academia Nacional



de Medicina y desde 1988 hasta su fallecimiento se desempeñó como investigador titular y profesor en el Departamento de Neurociencias del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.

Javier Garciadiego Dantan, autor de la reseña del libro *En defensa de la patria*, obtuvo la licenciatura en ciencia política en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la maestría y el doctorado en historia en la Universidad de Chicago. Así también, es doctor en esta misma disciplina por El Colegio de México, y durante los años de 1982 a 1990 se desempeñó como investigador en la UNAM; además, desde 1991 es profesor-investigador de El Colegio de México, institución en la cual funge actualmente como director del Centro de Estudios Históricos; pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y, como especialista en la Revolución Mexicana, es autor de diversos artículos sobre este tema, así como de los libros *Rudos contra científicos*, *La Universidad Nacional durante la Revolución Mexicana* y *Porfiristas eminentes*. Además fue coordinador general de la obra, en ocho volúmenes, denominada *Así fue la Revolución Mexicana*, y en la actualidad prepara una biografía de Manuel Gómez Morín.

A. Yu. Gorbachev, coautor del artículo "Láseres semiconductores, basados en heterouniones", nació en Balakova, Rusia, en 1965. En 1989 obtuvo el grado de maestro en ciencias físicas por la Universidad de Saratov, y en 1994 le fue otorgado el grado de doctor en esta misma disciplina por el Instituto Físico Técnico A.F. Ioffe de San Petesburgo, Rusia. Durante los años de 1986 a 1990 llevó a cabo labor de investigación en dispositivos semiconductores de alta velocidad en la Universidad de Saratov y en el Instituto de Radiofísica de la Academia de Ciencias de Rusia, y de 1991 a 1994 laboró en el Instituto Físico-Técnico A.F. Ioffe, donde su trabajo estuvo relacionado con el estudio de soluciones sólidas InGaAsP, que sirven como base para la fabricación de láseres semiconductores de alta potencia. Actualmente funge como investigador en el Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, abocándose al estudio de dispositivos optoelectrónicos basados en los materiales de los grupos A3 B5.



Virginia Guedea Rincón Gallardo, autora de la reseña del libro *En defensa de la patria*, obtuvo la licenciatura y el doctorado en historia en la Universidad Iberoamericana y la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), respectivamente, habiendo desempeñado labor docente en ambas instituciones. Se ha especializado en el estudio de los procesos políticos que tuvieron lugar en el tránsito del México colonial al México independiente, poniendo particular énfasis en temas relacionados con las sociedades secretas y los procesos electorales durante ese periodo. Fue profesora visitante en el Instituto de Investigaciones Doctor José María Luis Mora, y en 1990 obtuvo la beca de Residente en el Study and Conference Center de la Fundación Rockefeller, Villa Serbelloni, en Bellagio, Italia. Ha formado parte de diversos comités editoriales y ha dictado numerosas conferencias tanto en México como en el extranjero; pertenece a diversas asociaciones académicas, tales como la American Historical Association, la Conference on Latin American History y la Academia Mexicana de Ciencias. Es autora, coordina-



dora y editora de varios libros, ha publicado un sinnúmero de artículos de su especialidad, y actualmente se desempeña como investigadora titular "C" de tiempo completo y directora del Instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM, y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II.

Correo electrónico: guedea@servidor.unam.mx

Iván César Hernández del Castillo, coautor del artículo "semiconductores, basados en heterouniones", nació en Ciudad Valles, San Luis Potosí, en 1964. Realizó sus estudios de licenciatura y maestría en la Universidad de Kishiniov, en la República de Moldavia de la desaparecida URSS, y durante su estancia en esta Universidad se especializó en el crecimiento de cristales por el método de epitaxia en fase líquida; actualmente realiza su tesis doctoral, relacionada con la fabricación de láseres semiconductores de alta potencia, basados en heteroestructuras de soluciones sólidas cuaternarias InGaAsP, crecidas por el método de epitaxia antes mencionado, con ayuda de una nueva construcción de bote de grafito que garantiza la reproducibilidad de las heteroestructuras láser, en el Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.



Guillermo Hernández Duque Delgadillo, autor de la nota "El Titanic: falla del acero y de una estructura", nació en la ciudad de Aguascalientes el 15 de enero de 1961. Cursó la carrera de ingeniería industrial en el Instituto Tecnológico Nacional Autónomo de México y, siendo becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), obtuvo la maestría en metalurgia y ciencia de materiales por la Universidad Nacional Autónoma de México, así como el doctorado en el Centro de Investigaciones de la Universidad de Compiègne, Francia, desarrollando 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 infraestructura industrial, denominado Programa de Corrosión del Golfo de México, y actualmente es director de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Mayab, de la cual también es fundador. Asimismo, es responsable ante el Conacyt de diversos proyectos de investigación, relacionados con la corrosión de aceros y concretos, tanto nacionales como internacionales, participando en estos últimos con los Estados Unidos, Francia, Israel y Alemania.



Correo electrónico: ingenieria@www.dcc.anahuac.mx

Gina Holguín, autora del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", es originaria de Chihuahua. Realizó los estudios de licenciatura en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y los de maestría en ciencias en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de La Paz. Es investigadora en microbiología ambiental, especializada en microbiología de manglar, en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, y actualmente lleva a cabo el doctorado, con especialidad en biología molecular en la Universidad de Waterloo, Canadá.

Mina Konigsberg, autora del artículo "Respiramos por los pulmones o por las mitocondrias", nació en México D.F., el 25 de junio de 1965. Obtuvo la licenciatura y la maestría en biología experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), y para obtener el grado de maestría realizó, en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, un trabajo experimental bajo la dirección del doctor Carlos Gómez Lojero. Actualmente es profesora asociada "D" del departamento de Ciencias de la Salud de la UAM-I, donde publicó un libro de texto titulado *Bioenergética de la cadena respiratoria mitocondrial*, así como el *Manual de prácticas de laboratorio para temas selectos de biofísica*, ambos ganadores del concurso para la elaboración de Libros de Texto de la UAM-I. En 1993 fue distinguida con el Premio a la Docencia, otorgado por esta misma casa de estudios.



Correo electrónico: mkt@xanum.uam.mx

Alfonso Lastras Martínez, coautor del artículo "Láseres semiconductores, basados en heterouniones", nació en la ciudad de San Luis Potosí el 20 de julio de 1949. Recibió el grado de físico por la Universidad Autónoma de ese estado (UASLP) en 1971 y posteriormente realizó la maestría y el doctorado en ciencias, con especialidad en ingeniería electrónica, en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional. Durante los años de 1974 y 1975 realizó una estancia como investigador visitante en el Instituto Tecnológico de Tokio, y fue profesor adjunto del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav, así como profesor asociado visitante en la Universidad de Illinois, en Chicago, e investigador del Instituto de Física de la UASLP. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III, así como autor y coautor de 36 artículos de investigación sobre temas de física y electrónica del estado sólido, publicados en revistas de circulación internacional, los cuales han sido citados en más de 300 ocasiones. El doctor Lastras es árbitro de la revista *Thin Solid Films* y fue fundador del Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la UASLP, del que actualmente es director. En 1996 fue galardonado con el premio Francisco Mejía Lira, que otorga la Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies y de Vacío.



Ismael Ledesma Mateos, autor del artículo "La teoría de la ciencia de T.S. Kuhn: una aplicación en biología", nació en la ciudad de Puebla el 17 de junio de 1960. Obtuvo la licenciatura en biología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la maestría en ciencias, con especialidad en bioquímica, por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, y en la actualidad es candidato a doctor en ciencias, con especialidad en historia de la biología en la propia UNAM. Fue fundador y director de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Puebla, director de la sección de ciencia del periódico *El Universal Puebla*, así como del suplemento *Tiempos de reflexión*, de *La Opinión Diario de la Mañana*. Su actividad docente abarca los temas de teoría de la evolución, bioquímica, método experimental e historia de la biología, y sus



líneas de estudio están dirigidas a la aplicación de la teoría de Kuhn en la historia de la biología y al proceso de institucionalización de dicha disciplina en México. Actualmente es presidente de la Sociedad Mexicana de Biología del Desarrollo, A.C., jefe de enseñanza de historia de la biología y fundamentos de la educación ambiental en la UNAM, Campus Iztacala, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Correo electrónico: ledesma@servidor.unam.mx

Renato Arturo Mendoza Salgado, coautor del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", es maestro en ciencias por el Instituto Politécnico Nacional. Sus líneas de investigación se han dirigido hacia la evaluación del impacto y del daño ambiental, el manejo de recursos naturales y de la flora y fauna silvestres, la ornitología marina y terrestre, y la operación en zonas costeras y ecosistemas de manglar. Entre 1978 y 1983 laboró en el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C., y posteriormente en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, ocupando los puestos de jefe de la oficina de Administración para el Aprovechamiento de los Recursos Ecológicos, y del Departamento de Aprovechamiento, Inspección, Vigilancia y Promotoría Ecológica; coordinador de la Unidad de Servicios Profesionales y dictaminador. Desde 1995 a la fecha se ha desempeñado como técnico titular "A" en la División de Biología Experimental del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor), y asimismo es asesor técnico de la Dirección del Comité Técnico del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos para Baja California Sur, así como miembro, por parte del Cibnor, del cuerpo interinstitucional de auditores ambientales. Es autor de tres capítulos de libros, tres artículos científicos y cinco más de divulgación.



Viatcheslav A. Mishournyi, autor del artículo "Láseres semiconductores, basados en heterouniones", nació en Moscú en 1944. En 1975 recibió el grado de candidato a doctor en ciencias físicas por el Instituto Físico-Técnico A.F. Ioffe, de Leningrado, hoy San Petesburgo, institución que en 1990 le otorgó el grado de doctor en ciencias, y donde entre 1991 y 1994 fungió como subdirector del Departamento de Electrónica del Estado Sólido. Fue profesor de la Universidad Politécnica desde 1988 hasta 1994, año en que se incorporó al Instituto de Investigación en Comunicación Óptica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, mediante una beca patrimonial otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El doctor Mishournyi es autor de más de 100 publicaciones científicas, incluyendo 20 patentes.



Federico Páez Osuna, autor del artículo "Contaminación y polución costera", nació en El Fuerte, Sinaloa, el primero de septiembre de 1955. Realizó sus estudios de ingeniería bioquímica en la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) y posteriormente obtuvo la maestría en ciencias del mar por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), estudios por los que fue galardonado con la medalla Gabino Barreda. Asimismo, realizó el doctorado en esta misma disciplina,



y recibió mención honorífica y diploma de aprovechamiento. Durante 20 años ha desempeñado la docencia en la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de la UAS, en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (Cicimar) del Instituto Politécnico Nacional y en la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado (UACPyP) del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. Es Investigador titular "C" definitivo del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ILCML), perteneciente a nuestra máxima casa de estudios, así como profesor de asignatura "A" definitivo del posgrado en Ciencias del Mar de la UACPyP. Sus líneas de investigación abarcan temas tales como la geoquímica ambiental, la oceanografía química y biológica, y la contaminación marina. El doctor Páez ha desempeñado una labor importante como árbitro académico, tanto en publicaciones de circulación nacional e internacional como en diversas instituciones. Como parte de esta actividad destaca el ser miembro de la Comisión Evaluadora del ICML, del Comité de Evaluación del Sistema de Investigación del Mar de Cortés y de la Cartera de Evaluadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como experto del Organismo Internacional de Energía Atómica. Además es autor de 54 artículos científicos con arbitraje y de nueve de divulgación, así como de un libro y cinco capítulos en otras obras científicas. Ha efectuado 60 presentaciones en congresos y se le ha citado en más de 260 ocasiones.

Correo electrónico: paezos@servidor.unam.mx

Francisco Javier Rodríguez García, coautor del artículo "Educación comparada. México entre otras naciones", es licenciado en psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y candidato a maestro en pedagogía por la Facultad de Filosofía y Letras de la propia institución, en la cual se ha desempeñado como ayudante de profesor "B" en el área de Psicología experimental humana del Campus Iztacala, como profesor de asignatura "A" definitivo en el área de Desarrollo y Educación, y como profesor de carrera asociado "A" interino, cargo que ocupa hasta la fecha. Asimismo, entre enero de 1982 y septiembre de 1984 laboró como coordinador y jefe de zona del Instituto Nacional de Educación para los Adultos en Tlalnepantla, y como parte de su actividad académica destaca su labor en la actualización de los programas de desarrollo y educación teórica y de psicología aplicada del laboratorio de la carrera de psicología de la UNAM, Campus Iztacala, así como revisor técnico y asesor en la elaboración del catálogo de psicología de Editorial Trillas. Es corresponsable de dos proyectos de investigación, financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, coautor del capítulo de un libro, y de cinco trabajos publicados en memorias de coloquios y congresos.



Miguel Schorr, coautor del artículo "El Titanic: falla del acero y de una estructura", realizó la licenciatura en química y la maestría en ingeniería de metales en el Instituto de Tecnología de Israel, país donde asimismo obtuvo el grado de maestro diplomado por el Instituto de Pedagogía Seminar Hakibutzin. 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 y empresas industriales del mundo en México, Israel, Venezuela, Japón, Argentina, los Estados Unidos y Europa. Es autor del libro de texto titulado *Materiales de ingeniería*, así como de seis folletos y 80 artículos publicados, y actualmente realiza una estancia como profesor visitante en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Mayab, en Mérida, Yucatán.

Correo electrónico: mischorr@labna.unimayab.educ.mx

Felipe Tirado Segura, autor del artículo "Educación comparada. México entre otras naciones", cursó sus estudios de licenciatura en psicología en la Universidad Nacional Autónoma de México y llevó a cabo los cursos de Sociology Advanced Level en el Brandford Technical College y de Foundation Year Course in Sociology en la Open University of Leeds. Posteriormente realizó la maestría en psicología educativa en la University of Leicester, Inglaterra, y como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología obtuvo el doctorado al tomar parte en un programa interinstitucional coordinado por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha participado en 190 eventos nacionales e internacionales y es autor de más de 60 trabajos publicados. Desde 1987 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y actualmente, además de conservar su actividad docente y de investigación, es director de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, adscrita a la Universidad Nacional Autónoma de México.



Gerardo Toledo, coautor del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", nació en la ciudad de México. Obtuvo la licenciatura en biología marina por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, y cursó seminarios de especialización en genética molecular en la Universidad de Bayreuth, Alemania. Posteriormente realizó la maestría en ciencias marinas, con especialidad en biología marina, en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, y actualmente cursa el doctorado en biología marina en la Scripps Institution of Oceanography de la Universidad de California. Asimismo es autor de diversos trabajos científicos, publicados en ediciones internacionales.



Patricia Vázquez Correa, coautora del artículo "Los manglares, bosques en la frontera entre el mar y la tierra", nació en la ciudad de México y obtuvo la licenciatura en biología marina por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Se desempeña como técnico asociado "B" en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., institución en la que ha colaborado en el proyecto denominado Interacción planta-microorganismo, y en la actualidad trabaja en el proyecto del propio Centro Inmovilización de bacterias, que se realiza en colaboración con la Universidad Javeriana de Colombia.



INFORMACION 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 de la tecnología. En ella se incluirán artículos sobre diversos aspectos del conocimiento, además de ensayos, reportajes, reseñas bibliográficas y noticias sobre el acontecer de la ciencia tanto nacional como internacional.

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

MECANISMO EDITORIAL

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

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

PRESENTACION DE MANUSCRITOS

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

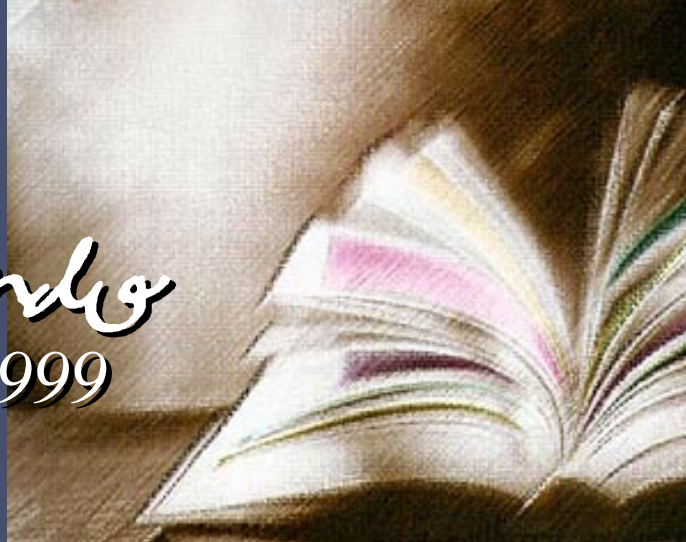
- a) Los textos deberán tener una extensión mínima de seis cuartillas y como máximo alcanzarán 10, incluidas en ellas las referencias y la bibliografía. Todas las páginas deberán estar numeradas, incluyendo la carátula. Si se trata de una reseña bibliográfica, ésta no deberá exceder la cuartilla y media, siguiendo la presentación que aparece en el inciso d).
- b) La carátula deberá registrar el título del artículo, el cual no excederá de cuatro palabras, el nombre del autor o autores, el de sus instituciones y departamentos de adscripción, con las direcciones postales y electrónicas, así como los números telefónicos y de fax que correspondan.
- c) Deberá enviarse un resumen curricular –no mayor de media cuartilla (14 líneas)–, en el que se incluyan los siguientes datos: nombre, lugar y fecha de nacimiento, estudios y experiencia profesional, artículos, publicaciones, distinciones (lo más relevante), apoyos recibidos por el Conacyt (becas, proyectos de investigación, relación con el SNI), así como su fotografía tamaño infantil, de preferencia a color. Dicha información se utilizará para conformar la sección de NUESTROS AUTORES.
- d) El texto deberá ser enviado en hoja tamaño carta, a doble espacio, incluyendo las referencias y la bibliografía, con el margen izquierdo de 3 cm y el derecho de 2, acompañado, de ser posible por el archivo en un disquette de 3.5 para computadora, realizado en cualesquiera de los programas más comunes de procesamiento de textos. La cuartilla constará de 27 líneas, sin división silábica, y se utilizará de preferencia el tipo Times New Roman de 12 puntos. Los párrafos no llevarán espacio entre ellos, salvo en los casos del título y los subtítulos.
- e) Los términos técnicos que aparezcan en el texto deberán explicarse claramente en la primera mención, al igual que las abreviaturas. Se evitará, asimismo, el uso de fórmulas y ecuaciones. En el caso de que éstas deban utilizarse, se buscará aclarar –de la manera más didáctica posible– su significado.
- f) El número máximo de referencias será de cinco. En caso de que un artículo lo exceda, *Ciencia y Desarrollo* sólo publicará cinco citas a juicio del editor.
- g) Se recomienda acompañar el texto con una bibliografía complementaria de cinco 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 del libro o de la revista, lugar, empresa editorial, año de la publicación, volumen y número de páginas.
- h) La inclusión de gráficas o cuadros se realizará sólo en aquellos casos en los que la presentación de datos sea de particular importancia para la comprensión o ilustración del texto y se limitará a dos, ya sea un cuadro y una gráfica, dos cuadros o dos gráficas.
- i) Todo artículo se presentará acompañado de seis 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 diapositivas de alta calidad y las fotografías en blanco y negro, como impresiones fotográficas en papel brillante de alto contraste. En una hoja aparte, deberán enviarse los pies de fotografía, cuyo contenido no deberá exceder de tres líneas, identificando con claridad las correspondencias, así como los créditos respectivos cuando no sean propios de los autores.
- j) Los manuscritos pueden enviarse para consideración editorial a:

Clairette Ranc Enríquez
Editora
Ciencia y Desarrollo
Av Constituyentes 1054, 2o. piso
Col Lomas Altas
11950 México, D.F.
Tel: 327-7400, ext. 7723 y 7724; fax: 327-7400, ext. 7723

PREMIO Luis Elizondo 1999



Sistema Tecnológico de Monterrey



El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Convoca

a la presentación de candidatos para el Premio Luis Elizondo 1999 en las categorías de:

Humanitario

El Premio Humanitario tiene como objetivo recompensar y honrar a personas físicas o morales mexicanas que hayan realizado una extraordinaria labor humanitaria en beneficio de una persona o de un grupo de personas de nuestro país.

Este Premio consiste en la entrega \$110,000 M.N. en efectivo, medalla de oro y diploma.

1. Los candidatos deberán ser propuestos por presidentes y directores de instituciones sociales mexicanas, tales como: clubes de servicio social, juntas de mejoramiento moral y cívico, asociaciones civiles con fines benéficos, así como personas o instituciones a quienes anteriormente se les ha concedido el Premio Humanitario Luis Elizondo. No se aceptarán autonominaciones.

2. Cuando la labor humanitaria haya sido desarrollada conjuntamente, el Premio podrá ser compartido hasta por tres personas físicas.

3. Para proponer candidatos al Premio, se deberá remitir un expediente que contenga carta de proposición, datos generales del candidato y del proponente (nombre completo, dirección y teléfono), y un escrito que exponga la labor desarrollada por el candidato participante.

En el caso de personas físicas debe anexarse al expediente acta de nacimiento o naturalización y fotografía reciente.

Si se trata de personas morales debe completarse con información sobre el objetivo que persigue el candidato, beneficiarios directos de su labor y forma de administración, así como mencionar los datos generales del patronato, si éste existe.

4. Todos los documentos deberán presentarse por cuadruplicado.

Las personas interesadas en presentar candidatos al Premio Luis Elizondo pueden solicitar un formato de cuestionario al teléfono (8) 359-7039 y 328-4138.

El cuestionario facilita la presentación de candidatos

Miembros del Patronato

Dr. Rafael Rangel Sostmann
C.P. Miguel C. Barragán Villarreal
Lic. Lorenzo Elizondo Barrera
Lic. Ricardo Flores de la Rosa
Lic. Eugenio Garza Herrera
Ing. José Luis Puertas Fabila
Ing. Leonel Robles Gutiérrez
Ing. Hernán Rocha Garza
Ing. Eliseo Vázquez Orozco
Ing. Enrique Zambrano Benítez

Científico y Tecnológico

AREA: EDUCACION

El Premio Científico y Tecnológico tiene como objetivo recompensar y honrar a las personas físicas mexicanas que hayan contribuido a elevar el nivel científico y tecnológico de México, realizando investigaciones y trabajos de esta índole en el área de Educación.

Este Premio consiste en la entrega de \$110,000 M.N. en efectivo, medalla de oro y diploma.

1. Los candidatos podrán ser propuestos por rectores y directores de escuelas o facultades de centros de educación superior; presidentes y directores de instituciones o asociaciones profesionales, científicas y de investigación del país, así como personas que hayan obtenido anteriormente el Premio Científico y Tecnológico Luis Elizondo. No se aceptarán autonominaciones.

2. Cuando el trabajo de investigación haya sido desarrollado conjuntamente, el Premio podrá ser compartido hasta por tres personas físicas.

3. Para presentar candidatos al Premio, el expediente debe contener carta de proposición, curriculum vitae y una lista de trabajos realizados, libros o investigaciones que acrediten al candidato al Premio, así como acta de nacimiento o naturalización, fotografía reciente, dirección y número de teléfono.

4. Todos los documentos deberán presentarse por cuadruplicado.

El plazo para proponer candidatos vence el 31 de marzo de 1999

El Jurado Calificador de cada categoría estará formado por tres miembros de reconocida capacidad, que serán designados por el Patronato del Premio Luis Elizondo.

La decisión del Jurado será inapelable y se dará a conocer el 25 de agosto de 1999. A todos los proponentes y a los premiados se les avisará en forma directa; al público en general se le informará por diversos medios publicitarios.

Los expedientes de los candidatos deberán enviarse por cuadruplicado a:

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
Patronato Premio Luis Elizondo
Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey, N.L. C.P. 64849

MAYORES INFORMES:

Tels.: (8) 359-7039 y (8) 328-4138 • FAX: (8) 328-4112

e-mail: ple@campus.mty.itesm.mx

<http://www.sistema.itesm.mx/sistema/premiole/index.html>