

Ciencia y Desarrollo

Julio/Agosto del 2000 • Volumen XXVI • Número 153 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

Jets-chorros cósmicos

**Laboratorio de
micropropagación vegetal
en gran escala**

**Una nueva hormona en la
obesidad: la leptina**

**“Quién no oye consejo,
no llega a viejo”**

La evolución humana



Director General
Carlos Bazdresch Parada

Director Adjunto de Investigación Científica
Jaime Martuscelli Quintana

Director Adjunto de Modernización Tecnológica
Ramiro García Sosa

Director Adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional
Luis Ponce Ramírez

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

Directora Adjunta de Asuntos Internacionales y Becas
Claudia González Brambila

Director Adjunto de Política Científica y Tecnológica
Adrián Jiménez Gómez

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



SEP • CONACYT

Director Editorial
Armando Reyes Velarde

Editora
Clairette Ranc Enriquez

Subdirector Editorial
Carlos Monroy García

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

Asesores editoriales: Guadalupe Curiel Defossé y Mario García Hernández

Redacción: Concepción de la Torre Carbó, Josefina Raya López y Lizet Díaz García

Coordinación de producción: Jesús Rosas Espejel

Producción: Carolina Montes Martínez

Diseño e Ilustración
Agustín Azuela de la Cueva y Elvis Gómez Rodríguez

Impresión
Talleres Gráficos de México
Canal del Norte 80, 06280 México, D.F.

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

Suscripciones y ventas
Alicia Villaseñor
Conacyt/Ciencia y Desarrollo
Av. Constituyentes 1046, edificio anexo. 1er piso
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.
327 74 00, ext. 7044

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

<http://www.conacyt.mx>

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

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

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

México posee una de las reservas biológicas más ricas del planeta, tanto en flora como en fauna. Este hecho implica un compromiso no sólo en relación con los propios mexicanos, sino, también, ante la humanidad, puesto que nada nos pertenece exclusivamente del todo, como se ha esclarecido poco a poco pero con solidez al paso de los años; en realidad, todos los pueblos somos custodios de nuestro entorno, lo mismo el natural que el cultural. Recuérdense como patrimonio común las ciudades mismas, al igual que las zonas naturales protegidas. Adviértase, subrayada, la clara responsabilidad cuando están implicados recursos de los cuales depende la sobrevivencia o el mantenimiento de los seres humanos.

Sin embargo, la preocupación por conservar los recursos naturales es sólo una parte, si bien, claro está, fundamental e inicial, en el esfuerzo hacia el adecuado aprovechamiento de los bienes que nos han sido heredados por la naturaleza. De ella se derivan otras acciones que, a su vez, se constituyen en objetivos esenciales, como la propagación, la innovación, la vinculación con el sector productivo y el propio impulso al desarrollo científico. Un proceso complejo y completo como este queda ejemplificado de forma transparente en el funcionamiento de Proplanta, infraestructura montada en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, que aun cuando cuenta con un decenio de funcionamiento es en fechas recientes que avanza firmemente hacia el cumplimiento integral de las tareas enunciadas.

Según lo expone el trabajo que publicamos en la presente edición, Proplanta inicia sus trabajos teniendo como propósito la investigación básica, pero en 10 años se involucra en la búsqueda de soluciones para los más difíciles retos que nuestro tiempo plantea al ámbito científico y tecnológico: desarrollo con equilibrio ecológico y aplicaciones prácticas benéficas para el crecimiento económico. En el breve periodo que cubre el ejercicio de las últimas tareas es posible ya ofrecer resultados tangibles y prácticos que implican respuesta a los productores locales, como es lógico, pero, asimismo, a las necesidades manifestadas en diversas regiones del país. Tal es el caso de Jalisco, cuya industria tequilera se beneficia de los trabajos que Proplanta realiza con el agave, tradicional cultivo, fuente de trabajo y recurso económico de Yucatán.

Quizás una de las ganancias más relevantes de Proplanta esté precisamente en que trasciende, con su ejemplo, la proverbial discusión que busca una disyuntiva en la inversión para el desarrollo científico y tecnológico en México: ciencia básica o aplicada. ●

Editorial

1

Reportaje

4

Laboratorio de micropropagación vegetal en gran escala

LAURA ROMERO MIRELES



Una nueva hormona en la obesidad: la leptina 10

JUAN CARLOS ALVAREZ ALVARENGA

Jets -chorros cósmicos 18

WOLFGANG STEFFEN

La evolución humana 26

JUAN CARLOS RAYA PEREZ



La cooperación regional en el Pacífico asiático 34

CARLOS USCANGA

Perspectivas de la profesión contable en la protección del ambiente 40

ELISA GUILLEN ARGÜELLES



Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas 48

HUMBERTO BRAVO A., ET AL.

"Quién no oye consejo, no llega a viejo" 58

MINA KONIGSBERG



Pronóstico y naturaleza 64

WALTER RITTER, PEDRO A. MOSIÑO
Y RAFAEL PATIÑO MERCADO

Nota 74

Cosas del corazón

MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA



Jets-chorros cósmicos. La nebulosa planetaria He3-2c presenta chorros de gas colimados sin la presencia de un disco como es usual en otras fuentes de jets.



Descubriendo el universo

- *La investigación astronómica y su historia* **77**
 - *Un paseo por los cielos de septiembre y octubre del 2000* **80**
- JOSE DE LA HERRAN

Alaciencia de frioleras

- *Los anteojos* **82**
- MIGUEL ANGEL CASTRO MEDINA



Deste lado del espejo

- *América como obstáculo* **86**
 - *Como balón del Barça, pa' que nos entendamos... (El torito)* **87**
 - *¡Marineros, organicémonos! (solución al torito del núm. 152)* **88**
- MARCELINO PERELLO

La ciencia y sus rivales

- *Mundos en confusión* **90**
- MARIO MENDEZ ACOSTA

Reseñas

- *Visión extranjera de México: 1840-1867* **92**
- SILVESTRE VILLEGAS REVUELTAS
- *Diseñador de bebés, ¿nueva era de consumismo eugenésico?* **96**
- CESAR MEDINA SALGADO

Comunidad Conacyt

- *El Conacyt y la Universidad Laval de Quebec firman convenio de colaboración para el otorgamiento de becas* **98**
- *Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación en Ciencias Sociales*
- *Primer Congreso de Responsables de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas*
- *Reunión sobre políticas y programas de semillas en América Latina y el Caribe*

Nuestra ciencia

- *Mapas biológicos para prevenir daños en tejidos sanos de pacientes con cáncer* **101**
- *IX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica*
- *Nuevo Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias y entrega de los Premios Weizmann*

La ciencia en el mundo

- *Observatorio Espacial Newton* **103**
- *Las vacunas del futuro*

Los autores

106



Laboratorio de micropropagación vegetal en gran escala

LAURA ROMERO MIRELES

Las plantas constituyen la base de la pirámide alimenticia de todos los seres vivos. Originadas en el mar, a partir de su aparición se diseminaron por todo el planeta hasta ocupar en la actualidad desde los desiertos hasta los polos, pero tuvieron que transcurrir millones de años para que, hace dos mil millones, de las primeras plantas productoras de oxígeno surgieran en el periodo carbonífero, 450 millones de años atrás, las que tenían semillas, y en el cretáceo, hace 135 millones de años, las que daban flores.

Suele pensarse que el uso de estos maravillosos organismos es sólo decorativo o alimentario pero, para ellos mismos, las hojas, las flores y la gran variedad de sus frutos forman parte de la tarea de sobrevivir y crear nuevas plantas. Hasta hace unos años, la mayoría de las plantas terrestres se habían reproducido por medio de semillas; empero, el avance de la ciencia llegó para mostrar las bondades de la biotecnología. México no se ha quedado atrás en ese ámbito y cuenta ya con Proplanta, Sistemas Avanzados de Propagación, primer laboratorio de micropropagación vegetal en gran escala, derivado del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), institución académica integrante del sistema SEP-Conacyt. El CICY, desde los primeros años de su fundación, estableció una línea sobre micropropagación vegetal en la que han participado numerosos académicos, quienes consolidaron metodologías, que deben ser puestas a consideración de los usuarios potenciales. Ahí, en estrecha vinculación con el sector productivo, se “fabrican” plantas sanas y de calidad,



Limpieza y selección de las primeras plantas en el laboratorio para que sean colocadas en el cultivo proteínico y llevadas a la primera fase del proceso de micro-propagación.



Huerto prototipo de cosecha continua de maíz en Tixcuncheil, municipio de Baca, Yucatán.



Primera fase del proceso de micropropagación en el laboratorio del CICY.

que permiten incrementos considerables para muchos cultivos.

Ventajas de la micropropagación

Para entender la importancia de ese laboratorio que está estrenando instalaciones, pero que se basa en más de un decenio de arduo trabajo de investigación, el doctor Manuel Luis Robert, encargado de Proplanta, uno de los varios investigadores que participaron en la estructuración de este proyecto explica que la micropropagación es una gama de técnicas de cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos vegetales, que permiten manipular las plantas “de manera ventajosa”. La primera de esas ventajas es la posibilidad de multiplicar un individuo sin límite alguno. De manera natural, obtener 500 “hijos” de

un ejemplar de agave podría tomar 25 años, en tanto que por medio de estas técnicas se pueden producir 500, cinco mil o 50 mil en sólo seis meses.

La segunda ventaja es la obtención de plantas más vigorosas, como resultado de haber sido seleccionadas entre las mejores de su especie. A ello se agrega que se trata de materiales sanos, ya que dentro del proceso de producción *in vitro* quedan eliminados patógenos o microorganismos dañinos. Así, al permanecer en un sistema artificial con reguladores de crecimiento de hormonas, las plantas modifican su metabolismo y “rejuvenecen”, es decir, adquieren mayor vigor en sus tejidos y rapidez de crecimiento. Esos factores, añade el doctor Robert, determinan que los materiales producidos *in vitro* sean, como regla general, de la más alta calidad, y el objetivo de la micropropagación es precisamente contribuir al mejoramiento genético de las especies.

Este proceso no sólo incrementa el número de plantas sino que acelera su obtención. “Hay cálculos que estiman que la biotecnología puede generar nuevas variedades de plantas en la mitad del tiempo en que se obtendrían de manera tradicional; tal es el caso del jitomate, cuyo periodo natural se reduce de ocho a menos de cuatro años.” Además, el cultivo *in vitro* tiene otra ventaja: permite el almacenamiento de germoplasma de las especies difíciles de conservar en forma de semilla. Es decir, hay plantas que no producen semillas, o bien, éstas pierden viabilidad (no germinan después de estar almacenadas cierto tiempo); por eso, “al guardar plántulas *in vitro* es posible el aprovechamiento de más especies”.

Especies comerciales o en extinción

En teoría, afirma el doctor Manuel Luis Robert, todas las plantas pueden ser micropropagadas, aunque unas implican más trabajo que otras. En el CICY se trabaja con cempazúchil (*Tagetes erecta*), *Agave tequilana* Weber (materia prima del mexicanísimo tequila), henequén (*Agave fourcroydes* Lem.), sábila (*Aloe* sp.), plátano (*Musa* sp.), cocotero (*Cocos nucifera*) y café (*Coffea arabica*); todas ellas, como se puede observar, de alto valor comer-

cial. Aquí es destacable el hecho de que esas especies no sólo pertenecen a la región de la península de Yucatán, sino que provienen de otras zonas del país, por lo cual la importancia del CICY y de sus investigaciones no sólo es regional, sino nacional.

Asimismo, las técnicas de propagación “funcionan definitivamente para recuperar las especies en peligro de extinción y también se ha hecho”. En un momento dramático sería posible reestablecer cultivares del último ejemplar de cierta planta; sin embargo, asegura el investigador, hay un problema que no debe perderse de vista: el de la homogeneidad genética: “Si bien el proceso ayuda a multiplicar una especie, es importante que éste se enmarque en una estrategia que tome en cuenta la variabilidad genética de las poblaciones que se están propagando y la de las que se generan.”

En el Centro se ha trabajado con una de las especies que ha resultado ser de las más difíciles de cultivar *in vitro*, el cocotero, y aunque se han logrado avances importantes, el proceso es todavía muy lento, pues toma varios meses producir unos cuantos ejemplares, en tanto que los agaves se obtienen por decenas de miles en el mismo lapso.

El doctor Víctor Manuel Loyola, director académico del CICY, resalta el programa de investigación del café, ya que se trata de un estudio integral del segundo producto de exportación más importante de nuestro país, después del petróleo. Se busca el mejoramiento genético de la especie, para hacerla resistente a enfermedades, y de mayor productividad. Además, se utilizan marcadores moleculares para acortar, hasta en una tercera parte, el tiempo de generación de una nueva variedad, que así podría obtenerse en ocho años aproximadamente.

También hay el propósito de generar un banco de germoplasma, de modo que cuando el cafecultor desee iniciar un programa de mejoramiento genético, tenga a dónde recurrir para obtener los materiales necesarios. En este programa, en el que participan el Instituto de Ciencias Agrícolas de Cuba y el Consejo Mexicano del Café, los primeros resultados son ya palpables; cientos de plantas mejoradas, que para fin de año se convertirán en miles,



Autoclave utilizada en la primera fase del proceso de micropropagación de plantas en el laboratorio del CICY.



Primera fase de adaptación de las plantas cultivadas en laboratorio al medio ambiente, en las instalaciones del CICY.

ocupan las plantaciones de los productores en Veracruz; mientras tanto, se estudia la resistencia del café al aluminio, metal presente en los suelos ácidos donde se cultiva.

Las técnicas

Las técnicas de micropropagación son muy amplias, menciona el doctor Robert, y señala que una de ellas es la de inducción por tallos (organogénesis), que se da a partir de tejidos de las hojas; otra más es la de inducción de embriones (embriogénesis), también a partir de tejidos o, bien, la producción de una masa de células –llamada “callo”– que se reorganizan para convertirse en embriones y luego desarrollarse como plantas; asimismo



Última fase de adaptación de las plantas cultivadas en laboratorio al medio ambiente en el CICY. La tierra para esta fase es traída especialmente desde Veracruz.

añade: “Se puede ir directo al cultivo de células, multiplicarlas y luego rediferenciar individuos completos; las células pueden ser modificadas genéticamente, fusionadas, manipuladas y recombinadas para crear nuevas variedades.”

La elección de la técnica depende de la planta con la que se trabaja y de lo que se desea obtener, debido a que cada una tiene demandas naturales y artificiales; el objetivo es llegar a conocerla de tal modo que el sistema de producción en particular resulte tan eficiente como sea posible. Un ejemplo de esas necesidades es la cantidad de luz requerida por las especies, ya que algunas de ellas “no la aceptan” y para otras es indispensable. Los primeros ejemplares se cultivan una y otra vez para obtener una biomasa a partir de la cual saldrán las plantas en gran escala. También en el laboratorio se efectúa la resiembra de los cultivos, es decir, se les renueva el medio nutritivo en el que crecen, de acuerdo, una vez más, con las necesidades específicas de cada especie.

Una vez enraizadas, las plantas pasan a la fase de nebulizador (un cuarto con control estricto de humedad y temperatura, que para el caso del agave y el coco es de 27 grados, por ejemplo); es decir, de adaptación a las condiciones *ex vitro*, pues “vienen de un ambiente con humedad muy alta y se requiere darles condiciones similares”. Este es el primer paso de las plantas en su camino al campo, que luego de cinco semanas se trasladan al vivero, donde se acercan aún más a las condiciones a que se enfrentarán en las plantaciones, las cuales, finalmente, alcanzan. Así, el proceso se resume en los siguientes pasos: selección de materiales, trabajo con explantes y tejidos, crecimiento, multiplicación, adaptación *ex vitro*, paso a los viveros y traslado a las plantaciones.

Un poco de historia

El propio doctor Robert recuerda que la idea de crear un laboratorio capaz de producir plantas con las características mencionadas data de muchos años atrás, y surgió como respuesta a la necesidad de ir “un paso más allá en la investigación de los procesos de escalamiento o multiplicación de plantas”. Dada la enorme aplicabilidad de las técnicas de cultivo *in vitro* y de propagación en la horticultura y la agricultura modernas, en 1989 se creó en el CICY el laboratorio de propagación clonal, con el objetivo de realizar investigación básica acerca de los procesos de propagación, escalamiento y cotejo sanitario de las plantas y, adicionalmente, producir en gran escala material destinado a pruebas de campo requeridas por los industriales.

En el inicio, los productores desconfiaban al considerar que las plantas en viveros se ven bien porque los investigadores y técnicos las cuidan, pero ellos requerían de resultados tangibles y prácticos, al ver las plantas en sus terrenos, manejadas por su propio personal. Así ocurrió. Sin embargo, el CICY enfrentó el reto de producir ya no 500 o dos mil ejemplares, como lo requiere una investigación, sino 60 mil plantas necesarias para los productores, y convertirse así en un laboratorio de propagación a gran escala, tarea complicada, pero no imposible: “Esto



Alfonso Larqué, Manuel Luis Robert, y Víctor Manuel Loyola, responsables del proyecto de micropropagación en el CICY.

nos dejó ver lo difícil que es lograr esa meta en un laboratorio con otros objetivos, como lo es la investigación, y aunque resultó muy exitoso y las plantas fueron a los terrenos experimentales y produjeron los resultados esperados, nos dejaron clara la necesidad de contar con instalaciones adecuadas”, asegura el doctor Robert.

Desafortunadamente, en ese tiempo no hubo recursos suficientes, pero desde finales de 1998 el CICY, con el apoyo del Conacyt, cuenta con un nuevo laboratorio de micropropagación vegetal en gran escala, para enfrentarse a los retos del nuevo milenio, en el cual las ventajas de estas técnicas biológicas se descubrirán y apreciarán cada vez más.

Proplanta, misión cumplida

El doctor Robert considera el hecho de contar con Proplanta como un “punto de consolidación” que abre las puertas para que los proyectos desarrollados en el CICY, como los relacionados con los agaves industriales –el henequén y el tequila– encuentren lugar en el sector productivo y que éste, a su vez, halle respuesta a sus demandas tecnológicas de producción. Los agricultores encuentran en Proplanta un laboratorio que les brinda servicio y responde a sus necesidades de control de enfermedades, mejoramiento genético de sus cultivares o, simplemente, de propagación de alguna especie.

Hasta ahora, la mayoría de los proyectos del CICY ha estado vinculada con el sector productivo, por ejemplo, con la Unión de Crédito Agrícola y Ganadero de Yucatán, Tequila Herradura, la Unión de Productores de Plátano de Tabasco y la compañía Bioquímex Reka, por mencionar sólo algunas de las industrias que han comprobado la efectividad de trabajar en vinculación con los científicos. A este respecto el doctor Robert opina que, al estar ligado con un Centro de investigación, el laboratorio cuenta con una ventaja adicional sobre otros de tipo comercial: “Si necesitamos verificar el genotipo de los cultivares que se propagan, contamos con un grupo de genómica que hace los análisis de los marcadores moleculares; si requerimos observar el estado fitosanitario, los fitopatólogos nos ayu-

dan; si se presenta algún problema para hacer más eficiente una planta, intervienen los grupos de investigación en fisiología de plantas micropropagadas y de escalamiento de biorreactores, etcétera.”

En las nuevas áreas de campanas de flujo laminar, en las cuales el aire que circula es estéril, con temperaturas y humedad controladas, con mucha más luz natural, de acuerdo con los requerimientos, y con un gran número de instalaciones, Proplanta incrementará considerablemente la capacidad del CICY para contribuir al desarrollo industrial y agropecuario. Se calcula que la capacidad de producción, tan sólo de agaves, será de dos millones y medio de plantas al año.

En este laboratorio de micropropagación a gran escala, cuya inversión sólo en equipo asciende a cuatro millones de pesos, se trata de introducir innovaciones continuamente y no sólo de retomar metodologías que ya han sido probadas en otras partes. Es, en fin, un eslabón en la línea productiva de sistemas biológicos, que presenta gran variabilidad de materias primas, en el que resulta indispensable la disponibilidad de técnicas fisiológicas, bioquímicas y moleculares de certificación fitosanitaria, estabilidad genética y sistemas computarizados de control que garanticen la calidad de los materiales producidos y sus efectos en los sistemas productivos a los que están destinados. De este modo, el establecimiento de Proplanta, Sistemas Avanzados de Propagación, permite al CICY cumplir cabalmente con sus objetivos de contribuir al desarrollo de la región y del país, mediante la solución de problemas específicos en el sector productivo. ●



Una nueva hormona en la obesidad: **la leptina**

JUAN CARLOS LOPEZ ALVARENGA

D El problema de la obesidad

E MANERA COMÚN SE ACEPTA QUE LA OBESIDAD ES SÓLO UNA forma más del cuerpo humano, catalogándose dentro de lo que llamamos “normal”. Así, vemos personas con obesidad en diferentes niveles sociales, pero con mayor frecuencia en las zonas urbanas que en las rurales, y hubo épocas de la humanidad en las que se les asoció con situaciones particulares, como la buena posición económica o la presencia de algunas enfermedades. En la Grecia antigua, Hipócrates describió su asociación con padecimientos como la gota y la diabetes, pero la obesidad fue reconocida recientemente por la Organización Mundial de la Salud como una enfermedad, y por lo tanto deberá registrarse su diagnóstico y el médico insistirá en aplicar un tratamiento.



Aunque durante mucho tiempo se pensó que la obesidad era una condición exclusiva de las clases privilegiadas, en la actualidad se ha demostrado que los países con bajos recursos económicos o con mala distribución de la riqueza, también presentan alta frecuencia de obesidad, y una forma sencilla de medirla es por medio del índice de masa corporal (IMC), que constituye una relación sencilla entre el peso y la estatura. Para calcularlo se utiliza el peso, medido en kilogramos, que se divide entre la estatura, medida en metros y elevada a la segunda potencia ($IMC = \text{kilogramos de peso} / \text{estatura en metros elevada al cuadrado}$). Por ejemplo, una persona con peso de 75 kg y estatura de 1.67 m tendrá un $IMC = 75 / 1.67^2 = 26.9$, y el valor aceptable para esta relación que propone el Consenso Nacional para la Obesidad es $IMC < 27$.

La American Cancer Society realizó uno de los primeros estudios que demostraron íntima asociación entre la obesidad y la enfermedad. Se incluyeron 750 mil hombres y mujeres que gozaban de seguro de vida en los Estados Unidos, se registraron las enfermedades de estos sujetos durante 15 años, y se observó que aquellas personas con IMC entre 20 y 25 tuvieron mortalidad y frecuencia de enfermedades en menor grado, por lo que fueron seleccionadas como grupo de referencia. Los individuos con IMC menor de 20 mostraron un riesgo más elevado de desarrollar padecimientos respiratorios; en cambio, los que tuvieron IMC mayor de 25, tuvieron un riesgo superior en cuanto a enfermedades cardíacas, desarrollar diabetes y cálculos de la vesícula biliar, que continuaron aumentando dramáticamente con el exceso del índice de masa corporal.

No sólo se ha relacionado la obesidad con la frecuencia de enfermedad, sino que la forma como se distribuye la grasa corporal muestra mayor asociación con el riesgo de diabetes o padecimientos de las coronarias. La distribución de la grasa corporal se obtiene de manera sencilla: con una cinta métrica se mide la circunferencia de la cintura y de la cadera; así, una relación del cociente cintura/cadera mayor de 0.85 en mujeres y mayor de 0.95 en hombres se ha denominado distribución de grasa corporal de tipo androide o de manzana y se asocia a mayor

riesgo de diabetes y mortalidad por enfermedad cardiaca. El cociente menor de las cifras señaladas para ambos géneros se conoce como distribución de grasa tipo ginecoide o de pera, debido a la cadera amplia.

¿Por qué una persona con el diámetro de la cintura mayor que la cadera tiene más riesgo de contraer diabetes o enfermedades del corazón? Se ha propuesto que el diámetro de la cintura está en relación directa con la cantidad de grasas que hay entre los intestinos, en una zona conocida como mesenterio, y a este tipo se le ha denominado grasa visceral, pues está en relación directa con la salida de ácidos grasos, que aumentan la resistencia a la insulina, con lo cual aumenta la predisposición a los padecimientos antes mencionados.

La obesidad hereditaria

En la actualidad se propone la herencia de un “gen ahorrador” (aún no caracterizado ni reconocido), cuyo propósito sería el de asegurar el almacenamiento de energía en los periodos de abundancia de alimentos, con lo que el individuo podría sobrevivir a los tiempos de hambruna. Los habitantes precolombinos podrían haber tenido este gen, que nosotros heredamos de ellos y que en los tiempos cuando la vida era sumamente difícil por la escasez de alimentos, parece haber sido de utilidad. Hoy día resulta un problema tener este gen, ya que no es necesario para las personas con estilo urbano de vida, pues sin salir a cazar o recolectar los frutos de la tierra gozamos en cambio de una existencia auténticamente sedentaria. Esta capacidad de almacenamiento eficiente de energía lleva a una importante desproporción entre la cantidad de kilocalorías que gastamos, comparada con la que almacenamos, y el efecto neto es el aumento de peso.

El tejido adiposo como órgano endocrino

El peso corporal que corresponde al tejido adiposo resulta sumamente variable; puede ser desde el 15 hasta el 22% del peso total en hombres y del 20 al

27% en mujeres. Dicho tejido adiposo representa el 85% de la reserva energética del organismo, y por mucho tiempo había sido considerado como un simple almacén del exceso de grasa, pero actualmente se le conceptúa como un órgano endocrino, que produce sustancias que tienen efecto en otros órganos del cuerpo. Las células del tejido adiposo (adipocitos) son capaces de producir una hormona que se conoce como leptina, además de otras sustancias como adiposina, adipo-Q y prostaglandinas, que se relacionan con el sistema inmune. Otras proteínas que producen los adipocitos son la proteína estimulante de la acilación (Pa), el angiotensinógeno, y el factor de necrosis tumoral α (TNF- α), entre otros. Estas proteínas desempeñan un importante papel tanto en diversos aspectos de la función normal del organismo como en la enfermedad.

Hace algunos años se tenía la idea de que el número de células adiposas no podía aumentar durante la edad adulta, y los conceptos con los que se explicaba una ganancia de peso eran: aumento en el número de adipocitos durante la niñez, denominado obesidad hiperplásica; aumento del tamaño de estas células durante la vida adulta, con lo que se almacenaba mayor cantidad de grasa (triglicéridos), aunque el número de adipocitos fuera el mismo que durante la infancia, y a esto se le llamó obesidad hipertrófica. Tales ideas hoy se consideran incorrectas, ya que estudios experimentales recientes han demostrado que los ratones de edad avanzada poseen células precursoras aún con capacidad de proliferación. Las dietas ricas en grasa o hidratos de carbono conducen al aumento en el número de adipocitos, incluso en individuos adultos.

Leptina en modelos animales

La leptina es una proteína producida por los adipocitos, de la cual desde hace unos 40 años se sospechó su existencia, gracias a modelos de animales de laboratorio; sin embargo, hasta esta década se pudo conocer su estructura química, el mecanismo de acción y el gen responsable de que se produzca. Existen ratones y ratas de diferentes clases (cepas) que son criados en el laboratorio y pueden tener varios tipos de anomalías



Figura 1. Muestra el comportamiento de los diferentes tipos de ratones cuando se les ha realizado una unión parabiótica.

relacionadas con la leptina. Estas cepas de ratones y ratas han contribuido enormemente a comprender la fisiología de la leptina, y a sugerir mecanismos de alteraciones que se producen en el humano.

En general, los modelos animales son un medio útil para estudiar las condiciones que preceden a la manifestación de una enfermedad en el humano (condiciones patogénicas), pues mucho de lo que se conoce del metabolismo y la herencia en los seres humanos fue descubierto primero en animales y luego en ellos. Un ejemplo de estos modelos animales son las uniones parabióticas, implantadas desde 1933 (Bunster y Meyer) y consistentes en operaciones quirúrgicas en que los peritoneos de las ratas eran unidos por puentes a través de la piel; así se supo que había un intercambio plasmático circulante cercano del 2% por minuto.

En 1958, Hervey realizó experimentos interesantes con este tipo de ratas parabióticas. En 32 pares de ellas lesionó el hipotálamo a los animales del lado derecho de la unión parabiótica y sobrevivieron a la operación 24 pares. Observó que los animales lesionados aumentaban dramáticamente de peso, y en cambio los del lado izquierdo, que habían permanecido normales, disminuían de peso o incluso morían de desnutrición. Hervey infirió que existía una sustancia mensajera que enviaba el animal con obesidad e influía sobre el hipotálamo del animal normal, provocando saciedad, por lo que se reducía la ingestión de alimentos. El hipotálamo es una porción del cerebro que se encarga de regular múltiples funciones que mantienen al cuerpo en estado normal, entre ellas la temperatura y la cantidad de alimento que se debe ingerir. El estímulo de las proteínas, los hidratos de carbono, o la distensión gástrica que producen los alimentos, actúa sobre el hipotálamo, produciendo saciedad, con lo que disminuye la ingestión de los alimentos.

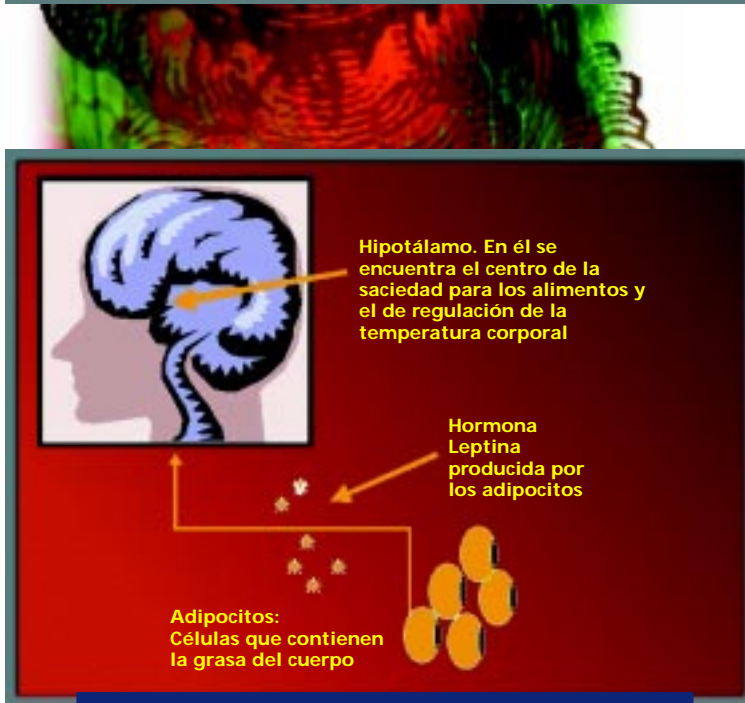


Figura 2. Comunicación del tejido adiposo con el hipotálamo a través de la leptina.

Desde entonces surgieron grupos de investigadores, quienes sugerían la presencia de un lipostato en el cuerpo, que envía señales al hipotálamo para modificar la ingestión de alimentos. Las ratas criadas en laboratorio, que tenían obesidad importante, también desarrollaban diabetes, y debido a que la diabetes mellitus tipo 2 en los

humanos está íntimamente ligada a la obesidad, la aparición de estos modelos animales se tornó sumamente importante para la historia de la investigación de dicho padecimiento.

Entre los modelos de interés se encuentran los ratones db/db, que fueron formados en laboratorio a partir de varias generaciones, y son descendientes de cepas mutantes C57BL/KsHu-db. Al realizar uniones parabióticas de ratones normales con los db/db, los normales morían de inanición, manteniendo un modelo similar al de las ratas con lesión hipotalámica de Hervey (en la figura 1 se resumen las uniones parabióticas descritas).

Otro modelo interesante es el ratón ob/ob, que al igual que el db/db desarrolla obesidad y luego diabetes, en tanto que el comportamiento en las uniones parabióticas de ratones ob/ob con otros normales fue diferente, los ratones obesos disminuyeron de peso, y los normales se mantuvieron sin ninguna alteración, lo cual indicaba que los del tipo ob/ob carecían de esta sustancia relacionada con la saciedad y la recibían del animal normal.

Dicha sustancia o mensajero recibió el nombre de leptina (*leptos* = delgado), y los estudios sobre su estructura molecular han mostrado que es un miembro ancestral de la familia de las citoquinas, por lo que su mecanismo de activación intracelular es por medio de la activación de la cinasa de tirosina JAK2, cuya estructura molecular es de 167 residuos de aminoácidos y es secretada exclusivamente por adipocitos maduros.

La leptina en seres humanos

De los modelos en animales se pasó a los estudios de obesidad en humanos. En 1994 Zhang y colaboradores describieron la posición del gen de la obesidad en el ratón ob/ob, y en este roedor demostraron que por lo menos hay dos tipos diferentes de mutación que alteraba la estructura molecular de la leptina, haciéndola no funcional. Los estudios en seres humanos comenzaron hasta finales de 1997, y de modo contrario a los hallazgos en animales no se han encontrado mutaciones de la leptina humana o en el receptor hipotalámico

(véase fig. 2); más aún, la mayoría de las personas obesas mostraron tener nivel elevado de leptina (hiperleptinemia), cuya actividad en sujetos con sobrepeso y obesidad es igual que en sujetos delgados y no muestra alteración funcional alguna. Estos datos sugieren resistencia hipotalámica a la insulina, por lo que el mejor modelo para los pacientes obesos es el ratón db/db.

Hasta hoy sólo se ha publicado un trabajo que muestra que la deficiencia de leptina existe en los seres humanos y explica la obesidad masiva. En él se describieron dos niños consanguíneos de origen paquistaní, ambos nacidos con peso normal, pero que con el crecimiento padecieron de obesidad intratable. Una niña, a los ocho años tenía un peso de 86 kilogramos y el niño, a los dos, pesaba 29 kilogramos, aunque ninguno mostró alteraciones en la estatura ni anomalías en el metabolismo del colesterol. En otros países, como Alemania, luego de investigar a 366 niños con obesidad extrema, no se detectaron mutaciones en el gen de la leptina.

Los niveles de leptina están íntimamente relacionados con los de insulina, y debido a que el exceso de esta última se ha asociado con hipertensión arterial, diabetes mellitus e infarto cardiaco, se está buscando el vínculo de la leptina con estas alteraciones. Sin embargo, aún no queda clara la relación entre las dos hormonas con las condiciones mencionadas. El nivel de leptina es mayor en personas con más grasa corporal, pero siempre es superior en las mujeres que en los hombres, y no se han encontrado diferencias en las poblaciones estudiadas de caucásicos o afro-americanos.

Algunas poblaciones del mundo tienen características especiales, como los indios pimas que viven a las orillas del río Gila en Arizona, y se distinguen por tener la mayor frecuencia de diabetes tipo 2 en el planeta, además de padecer importantes grados de obesidad –prácticamente a los 35 años el 80% es de obesos y el 50% de diabéticos. Estudios realizados en este grupo de indios durante tres años sugieren que los niveles de leptina se encuentran disminuidos antes de la ganancia de peso, y los investigadores dedujeron que estas bajas concentraciones podrían explicar el desarrollo de la obesidad. No se sabe



en qué momento, los niveles de leptina se elevan ni si tienen un papel patogénico o son consecuencia del aumento de peso. En un estudio llevado a cabo en la ciudad de México con 180 sujetos no diabéticos en los que se realizó un seguimiento promedio de 3.25 años, el nivel de leptina al inicio no mostró asociación con las modificaciones de peso de los pacientes.

Los estudios sobre la fisiología de la leptina están creciendo día con día, y gracias a los realizados en ratas obesas se sugiere que ésta se excreta por el riñón y se metaboliza en los túbulos renales, donde sufre degradación metabólica, en tanto que los estudios en humanos han confirmado que el riñón desempeña el principal papel en la excreción y que otros tejidos como los intestinos o los pulmones no capturan la leptina.

Leptina y fertilidad

Las ratas ob/ob son infértiles; sin embargo, al inyectarles la leptina de la que carecen, recuperan la fertilidad. Para una fertilidad normal es necesario que la hipófisis sea capaz de secretar hormonas que estimulen el aparato reproductor (gonadotropinas), y estos animales tienen perdida la capacidad de secreción de dichas gonadotropinas, pero parece que la leptina estimula su secreción normal. En humanos es poco lo que se conoce acerca de la leptina y el desarrollo de la adolescencia, pero se ha informado que en la etapa de cambios de la pubertad, la concentración de leptina es similar en ambos sexos; no obstante, mientras que en los sujetos masculinos en la etapa media de la adolescencia empieza a disminuir, en las niñas permanece constante. La leptina presenta un comportamiento independiente de la cantidad de grasa corporal durante esta etapa, por lo que se piensa que facilita el desarrollo en la pubertad, y también se ha observado que está relacionada con una masa crítica de grasa en el organismo, así, las niñas con mayor obesidad tienden a menstruar en edad más temprana que las delgadas. Si la cantidad de grasa corporal es inadecuada, como en el caso de los adolescentes con anorexia o enfermedades desgastantes, el nivel bajo de leptina inhibe la actividad

del eje reproductivo en ambos géneros, produciendo alteraciones en el desarrollo sexual.

Epílogo

Parte fundamental de la investigación es describir los fenómenos que estudiamos, con la idea de comprenderlos mejor. La obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 en México tienen una frecuencia muy alta; sin embargo, si se modifica la obesidad puede variar la frecuencia del padecimiento. La leptina es una hormona de reciente descubrimiento, que se asocia con la cantidad de grasa corporal y en los obesos humanos existe resistencia a su acción, por lo que son hiperleptinémicos.

Se sabe que la disminución de peso mejora las condiciones metabólicas, consideradas como riesgo de contraer diabetes, hipertensión e infarto del miocardio. A la fecha, el desarrollo de medicamentos que puedan producir modificaciones en la resistencia hipotalámica es sólo una especulación hasta el momento; sin embargo es otra área que está sujeta a investigación, y es necesario que todos comprendamos el problema de esta epidemia de diabetes y obesidad. Debemos tener ideas críticas en esta área, con objeto de no ser blanco de individuos que con fines de lucro ofrecen soluciones mágicas para las personas obesas.



Agradecimientos

Expreso mi reconocimiento a la licenciada en nutrición Laura Y. Triana Carmona y al señor Rafael Pérez Arbizú por las siempre atinadas sugerencias que me hicieron para la redacción de este artículo.



Bibliografía recomendada

1. O'Dea, K. "Obesity in the Land of Milk and Honey", *Diabetes Metab. Rev.*, 8, 1992, pp. 373-388.
2. Lew E. Garfield L. "Variations in Mortality by Weight Among 750 000 Men and Women", *J. Chron. Dis.*, 32, 1979, pp. 563-576.
3. Bray, G. "Clasificación y valoración de obesidades", *Clin. Med. Nor.*, 1, 1989, pp. 191-218.
4. Haffner, S.M.; L.A. Mykkänen; C.C. González, M.P. Stern. "Leptin Concentrations do not Predict Weight Gain: Mexico City Diabetes Study", *Int. J. Obes.*, 22, 1998, pp. 695-699.
5. Obregón, M.J. "Tejido adiposo: aspectos fisiológicos y su repercusión clínica", en Moreno E., Monereo S., Alvarez J. eds. *Obesidad. Presente y futuro*, Madrid, 1997, Grupo Aula Médica, pp. 11-23.
6. Caro, J.F.; M.K. Sinha; J.W. Kolaczynski; P.L. Zhang, y R.V. Considine. "Leptin: The Tale of an Obese Gene", *Diabetes*, 45, 1996, pp. 1455-1462.



Discos de gas, orígenes de los jets. Las estrellas binarias de rayos X probablemente son sistemas integrados por una estrella gigante roja y un agujero negro formado durante el colapso de una estrella masiva. Este hoyo negro atrae materia de su compañera, que se acumula en un disco antes de caer en el agujero. El disco emite dos chorros de gas a lo largo de su eje de rotación.



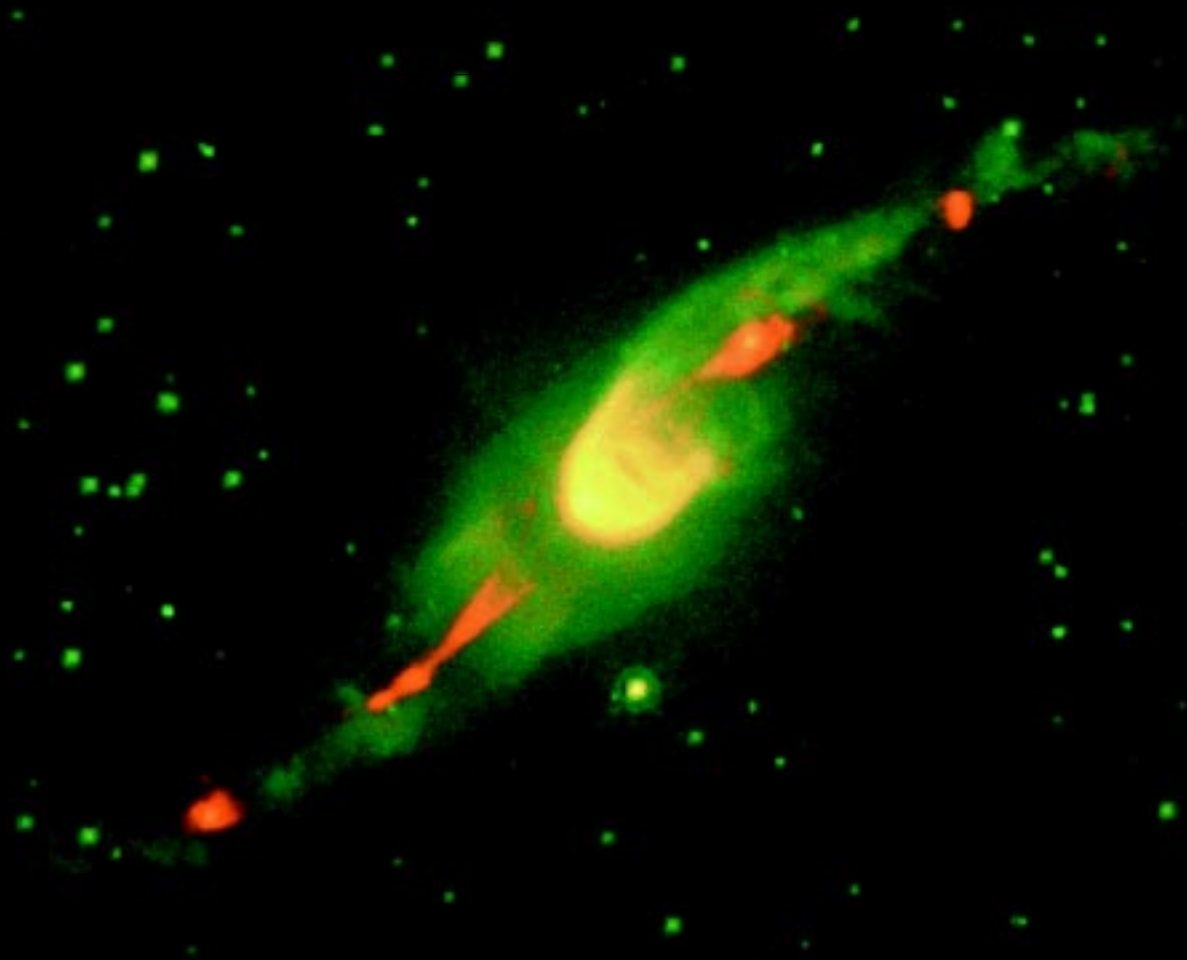
Jets

chorros cósmicos

WOLFGANG STEFFEN

Introducción

EL DESCUBRIMIENTO Y EL ESTUDIO DE LOS CHORROS CÓSMICOS ES UNO DE LOS AVANCES MÁS fantásticos de la astronomía en los últimos 20 años. Los chorros o *jets* son básicamente un flujo rectilíneo y supersónico de gas, es decir, que viaja a velocidades más grandes que la del sonido, y se trata de un fenómeno parecido al que se da en los chorros de propulsión de los aviones supersónicos. En apariencia es algo muy sencillo; sin embargo, la producción de semejantes flujos resulta sumamente difícil en un ambiente astrofísico. Es más, encontramos que la existencia de los *jets* está directamente ligada a otros dos grandes misterios de la astrofísica moderna: la formación de estrellas y los famosos agujeros negros, objetos de los que no puede escapar ni siquiera la luz. El estudio de los *jets* y de casi todo lo que existe en el universo se basa en el conocimiento de los movimientos de los gases.



La nebulosa planetaria He3-2c¹ presenta chorros de gas colimados sin la presencia de un disco como es usual en otras fuentes de jets. En este caso un viento estelar, inicialmente uniforme en todas direcciones, se ve enfocado hacia un eje de simetría por una "pared" cilíndrica de gas denso. Cuando el gas se junta en el eje interactúa consigo mismo, perdiendo mucha energía interna, por lo que se queda pegado en el eje, formando así dos chorros de gas más densos y fríos que el viento estelar del que se originaron.

En el espacio predomina la materia en estado gaseoso, hasta el punto de que la existente en forma líquida o sólida no es importante para el desarrollo del cosmos. Una excepción es el polvo cósmico, que destaca principalmente por su capacidad de absorber la luz de las estrellas que se encuentran detrás de éste y la absorción de la luz es una manera de conocer la presencia del polvo. Otra manera de observarlo es mediante su propia emisión infrarroja, una variante de luz que no podemos ver con nuestros ojos, pero detectable con cámaras electrónicas. Hasta la fecha no se ha observado materia en estado líquido excepto en nuestro sistema solar. Por lo tanto, la astrofísica prácticamente consiste en el estudio del estado gaseoso en las condiciones extremas que encontramos en el espacio, pero aun así, constituye una tarea enorme, puesto que el

gas se puede encontrar en condiciones físicas muy variadas y en interacción con campos electromagnéticos; suele tener densidades extremadamente altas como es el caso de las estrellas neutrónicas (10^{15} g/cm³, mil millones de toneladas en el volumen de un terrón de azúcar), que son residuos de estrellas muertas, cuyos átomos casi todos se convirtieron en neutrones, una de las partículas que forman los núcleos atómicos. Por eso, las estrellas neutrónicas en realidad se parecen más a un núcleo atómico gigantesco de unos diez kilómetros de diámetro que a una estrella. El Sol tiene una densidad media de sólo 1.4 g/cm³, esto es apenas un poco más denso que el agua líquida. Luego tenemos el gas interestelar, que se concentra en nubes muy frías con densidades de sólo 10^{-20} g/cm³, lo cual corresponde a unos cuantos miles de átomos en nuestro

terron de azúcar. En estas nubes se pueden formar moléculas bastante complejas, como son los aminoácidos, esenciales para la vida terrestre, aunque eso no quiere decir que la vida tenga su origen en esas nubes interestelares. El gas difuso que penetra el espacio entre las galaxias es aún más tenue que el gas interestelar, y notamos entonces que la densidad, o sea, el número de átomos por centímetro cúbico es una forma muy importante de clasificación, puesto que resulta bastante característica para los diversos objetos que encontramos en el universo.

No obstante, el movimiento y la interacción de los diferentes objetos con su ambiente también son sumamente característicos de las distintas formas en que encontramos la materia gaseosa. Podemos distinguir si el gas se encuentra en movimiento circular o rotatorio alrededor de algún centro (como sucede con las estrellas, las galaxias y otros), si está en contracción (como en las regiones de formación estelar) o en expansión (en supernovas, las grandes explosiones que ocurren al final de la vida de algunas estrellas). Existen otras dos formas importantes de movimiento del gas cósmico, la turbulencia y los chorros o *jets*, pero los mecanismos que los originan no se conocen muy bien hasta la fecha. La turbulencia es el movimiento irregular del gas, y un ejemplo de ésta, relacionada con los *jets*, es el humo de un cigarro que primero sube en línea recta y después empieza a desbaratarse. En el espacio encontramos turbulencia en el interior de algunos tipos de estrellas y en nubes interestelares.

En este artículo nos ocupamos del gas que se encuentra en movimiento, concentrado en los chorros cósmicos o *jets*. Como hemos mencionado al principio a éstos los podemos imaginar como los chorros de gas que salen de los aviones supersónicos y los cohetes espaciales para impulsarlos, y se trata de un fenómeno extraordinario que encontramos tanto en pequeñas escalas del ambiente estelar como en tamaños realmente intergalácticos. Las velocidades de los chorros varían entre sólo unos cientos de kilómetros por segundo hasta velocidades cercanas a la de la luz (nada menos que 300 mil km/seg). El fenómeno de los *jets*, en la mayoría de los casos, parece estar directamente ligado a la existencia de lo que se denomina dis-

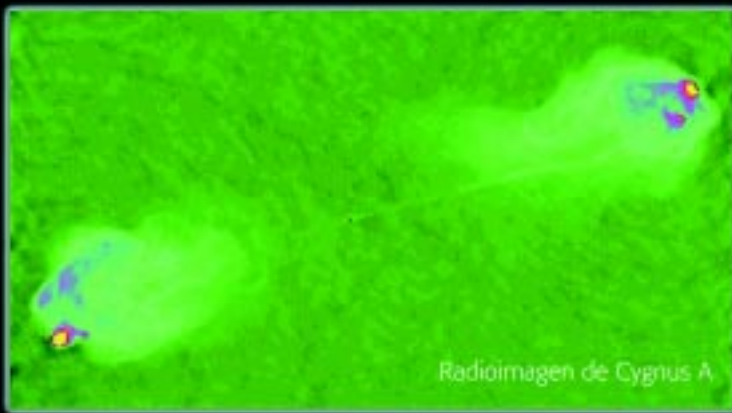
co de “acrecimiento”. En estos discos (véase la ilustración que muestra una estrella binaria con un disco alrededor, p. 24), el gas del ambiente cae sobre un objeto compacto a través de órbitas espirales alineadas en un plano. Cuanto más cerca del centro, más rápido gira el gas, con lo cual existe rozamiento entre las diferentes capas de la espiral y así se calienta el disco.

En la actualidad, las teorías más importantes indican que el gas que forman los *jets* es el de la corona del disco. La corona es una especie de atmósfera caliente, que escapa parcialmente en dirección perpendicular al disco. Sin embargo, para que resulte un chorro bien colimado y supersónico falta un ingrediente casi mágico, el campo magnético, y únicamente con la ayuda de éste, anclado al disco, parece ser posible producir los *jets* que observamos saliendo del centro de galaxias activas, estrellas jóvenes y de las llamadas “estrellas binarias de rayos X” (EBX), pero sólo bajo condiciones muy especiales se pueden producir *jets* sin la ayuda de los campos magnéticos.

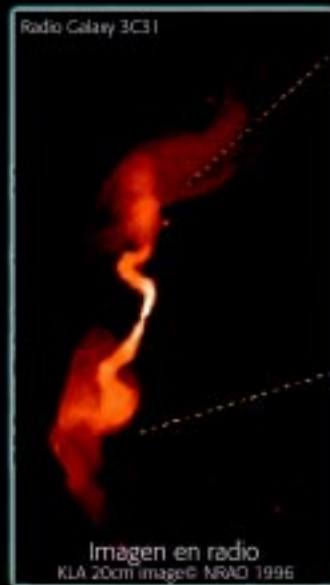
Las fuentes de los *jets*

Hoy se conocen principalmente cuatro tipos de fuentes de chorros cósmicos. Se trata de los núcleos activos de galaxias (NAG), las estrellas binarias de rayos X, las estrellas jóvenes y las nebulosas planetarias. Los *jets* provenientes de los NAG y de las EBX muestran características parecidas, en tanto que se considera que los de los EBX son versiones pequeñas de los que se observan en los núcleos de galaxias, lo cual se debe a que en ambos casos sus objetos centrales son tan compactos que casi no cabe duda de que se trata de agujeros negros.

Las estrellas jóvenes tienen una fase relativamente corta de unas cuantas decenas de miles de años, en la que se presenta la emisión de chorros con características muy diferentes a las de los *jets*, producidos en los ambientes de agujeros negros (más fríos y densos). Es una etapa en la que la estrella todavía se encuentra asociada a la nube de gas de la cual se formó y presenta un disco gaseoso del que, además de originar *jets*, más tarde pueden formarse



Radioimagen de Cygnus A



Radio Galaxy 3C31

Imagen en radio

KLA 20cm image© NRAO 1996



Imagen óptica

Imágenes en radio de dos pares de jets gigantes de millones de años luz de longitud. La imagen óptica (abajo, a la derecha) muestra la galaxia de origen de los jets de la izquierda y otras galaxias vecinas, demostrando que el tamaño de estos jets gigantes es realmente "intergaláctico". Líneas que conectan las dos imágenes indican regiones espaciales de igual tamaño. [Fotografías de Robert Laing (RGO), Alan Bridle y Richard Perley (NRAO), Luigina Feretti, Gabriele Giovannini y Paola Parma (Bologna)]

planetas. Como la rapidez del chorro viene determinada por la velocidad de rotación del disco, los jets de las estrellas jóvenes son mucho más lentos que los de los agujeros negros, pues en ellos encontramos velocidades generalmente menores de 1000 km/seg, muy pequeñas en comparación con los cientos de miles de kilómetros por segundo de los jets de los agujeros negros.

Las nebulosas planetarias constan de una cáscara de material denso, lanzado al espacio por una estrella vieja.

La cáscara puede ser esférica, una especie de cilindro, o en algunos casos adoptar formas más complicadas. El fenómeno de los jets en nebulosas planetarias se puede apreciar perfectamente en la nebulosa He3-2c, de la cual se muestra una fotografía obtenida mediante el telescopio espacial Hubble. La estrella presenta un fuerte viento estelar (flujo de partículas con velocidades del orden de 1000 km/seg) que interactúa con el ambiente y en particular con la nebulosa. La interacción del viento estelar con el ambiente puede ser tal que se dirige hacia el eje de la nebulosa creando así un chorro denso que se escapa de la cáscara. En la figura, el chorro muestra un color rojo, mientras que la envoltura expulsada anteriormente por la estrella es verde-amarillo.

Observaciones sobre los jets

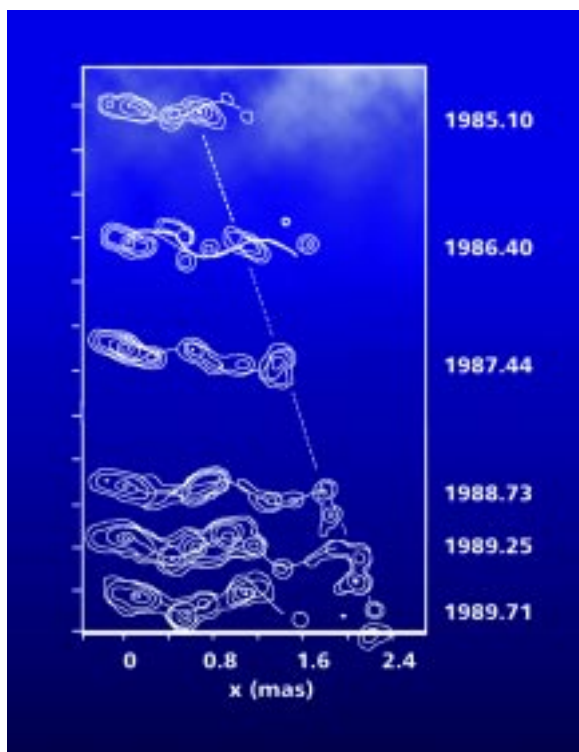
Los jets de los núcleos de las galaxias y las estrellas binarias emiten principalmente radioondas, y por lo tanto, se observan mediante radiotelescopios. Sin embargo, en algunos casos también se observan rayos X o incluso Gamma, los cuales se pueden detectar sólo con telescopios espaciales, ya que estos rayos no atraviesan la atmósfera terrestre. Los sitios de donde provienen son aquéllos donde los jets interactúan directamente con el ambiente o en las cercanías de la fuente, pues allí existen condiciones físicas excepcionales de temperatura y presión, capaces de producir emisiones de alta energía.

Los radiotelescopios empleados para la observación de los radiojets (y otros objetos del universo que emiten radioemisión) son aparatos realmente gigantescos, en cuyo funcionamiento y aspecto básico son parecidos a las antenas parabólicas que se usan para recibir las señales de televisión vía satélite. El más grande del mundo, el radiotelescopio de Arecibo, se encuentra en un valle entero cubierto con placas metálicas que forman un gigantesco reflector parabólico, y tiene un diámetro de 300 metros. Obviamente, un aparato de semejantes dimensiones no puede dirigirse hacia cualquier objeto celeste; por ello, su cobertura del cielo es limitada, en tanto que los

telescopios más grandes que aun pueden dirigirse hacia cualquier punto del firmamento tienen diámetros similares a un campo de fútbol –nada menos que 100 metros.

Como el poder para ver detalles (resolución angular) en el cielo depende de la longitud de onda de la radiación observada y del diámetro del instrumento, los radiotelescopios proporcionan imágenes de baja resolución comparadas con las de los telescopios ópticos. Para obtener una resolución mucho más alta, los radioastrónomos utilizan un truco, conectando diversas antenas distribuidas sobre un área grande, incluso con distancias intercontinentales entre sí, y por medio de métodos especiales de procesamiento de señales (llamado interferometría) en una computadora adecuada se logra “sintetizar” un telescopio gigante, equivalente a uno de muchos miles de kilómetros de diámetro. Es más, el Japón ha enviado al espacio un pequeño radiotelescopio espacial, en órbita alrededor de la Tierra, que ayuda a obtener un “diámetro” total aproximadamente de 100 mil kilómetros cuando se combinan las señales con otros telescopios terrestres; así se logra una resolución de la décima parte de un milisegundo de arco. Este es un ángulo minúsculo que equivale al tamaño de un balón de fútbol en la Luna visto desde la Tierra.

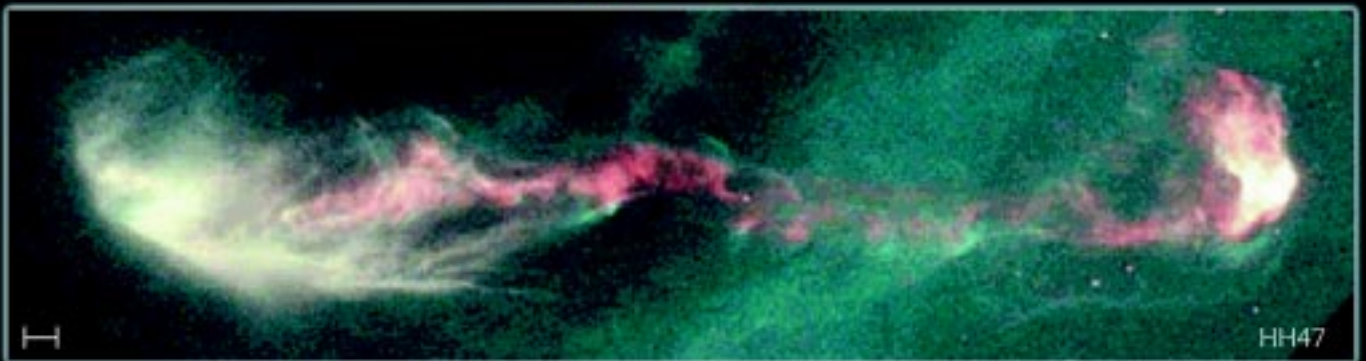
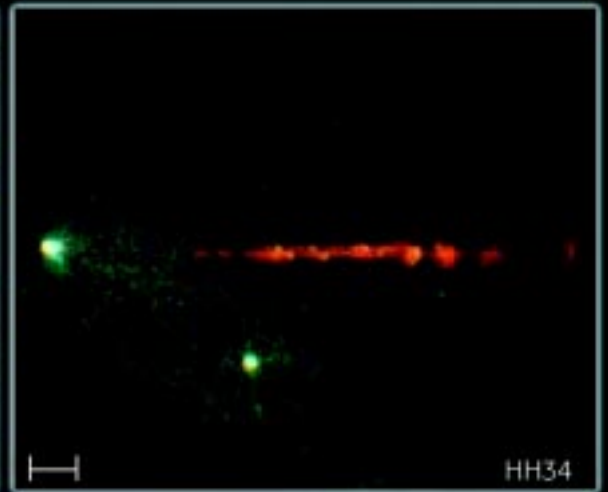
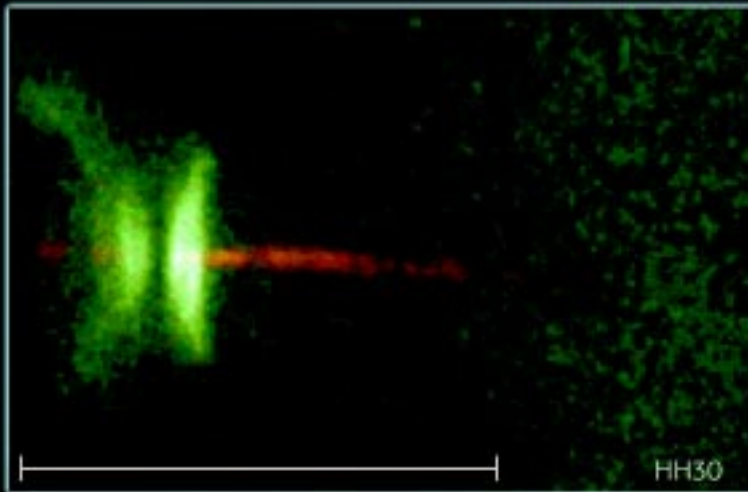
Con dicho radiotelescopio se pueden percibir detalles más de 100 veces más pequeños que usando el Hubble, un telescopio óptico instalado en el espacio, pero todo tiene un precio (aparte del dinero); la sensibilidad de los radiointerferómetros intercontinentales es bastante modesta, por lo que sólo se pueden observar los astros más brillantes con estos métodos, pero además tienen la desventaja de requerir de una logística técnica especialmente compleja y el análisis de datos no es nada simple. Aun así, la radiointerferometría de base ancha (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) ha proporcionado información científica de los *jets*, que no se puede lograr con ningún otro método de observación. El descubrimiento de movimientos en apariencia más rápidos que la luz (el movimiento superlumínico) en los centros de los cuasares fue un ejemplo clave que nos proporcionó el conocimiento de las velocidades más altas de los *jets* que en los cuasares. Estos se encuentran entre los objetos más energéticos que se co-



Jet superlumínico. Por medio de la radiointerferometría con longitudes de base intercontinentales se puede apreciar el movimiento de los radiocomponentes en los jets de cuasares (aquí el cuasar 1928+738). En esta imagen se representa la intensidad de la radioemisión mediante líneas de contorno, en forma análoga a la que se utiliza en los mapas geográficos para representar la altura del terreno. Se observa que aparte del movimiento del jet, su dirección parece oscilar.²

nocen en el universo, y recientemente se ha comprobado que se encuentran en los centros de galaxias a muy grandes distancias.

Según nuestros conocimientos actuales ningún objeto puede viajar a velocidades mayores que la de la luz. Por eso, la observación de velocidades aparentemente mayores a los 300 mil km/seg –rapidez de la luz– fue en verdad extraordinaria, porque habría sido la primera que contradijera la teoría de la relatividad de Einstein. Pero la solución del problema es muy sencilla. Resulta ser un fenómeno que surge cuando un cuerpo se mueve a velocidades cercanas pero menores a la de la luz, al mismo tiempo que se dirige casi directamente hacia el observador. Se puede



Imágenes ópticas de tres diferentes jets de estrellas jóvenes. HH30 muestra claramente que el jet se origina en el centro de un disco (que se ve de canto). Los discos de HH34 y HH47 no se observan porque se encuentran inmersos dentro de la nube madre. Nótese que la emisión blanca a la izquierda de la imagen de HH34 no es la cabeza de un jet dirigido hacia la izquierda, sino que es la región donde emerge de la nube de gas materna. En esta imagen se aprecia sólo el chorro que se dirige hacia la derecha.

demostrar con facilidad que en este caso el objeto se mueve en forma aparente con mayor rapidez que las ondas de radio con que se le observa. La observación del supuesto movimiento superlumínico es un indicio de que estos *jets* se originan en torno a los agujeros negros, los cuales forman parte de los objetos más enigmáticos del universo.

La teoría de la formación de *jets* requiere de la emisión simultánea de un par de ellos orientados en direcciones opuestas, sin embargo, por lo general se observa sólo uno de ellos, y de nuevo la solución al dilema es bastante sencilla, debido a lo que se llama “efecto Doppler” y a la desviación aparente (aberración) de la radiación emitida a las velocidades extraordinarias de los *jets*. Estos dos efectos en conjunto resultan un drástico aumento en la intensidad de la radiación originada en el chorro dirigido hacia el telescopio y la disminución de la intensidad del *jet* opuesto. Para velocidades muy cercanas a la de la luz el contraste entre los dos *jets* es tal que se detecta sólo uno, y únicamente a distancias muy grandes de la fuente de los chorros, donde la velocidad ha disminuido de manera considerable, empieza a detectarse el segundo *jet*. La falta de simetría confirma los resultados obtenidos por medio de la observación de los movimientos aparentemente superlumínicos, es decir, estos *jets* quizá se originan en las cercanías de los agujeros negros.

Fenómenos parecidos se han observado hace pocos años en tres estrellas, cuando se encontraban en un estado de alta actividad de emisión de rayos X. Así, mediante la radiointerferometría se han detectado *jets* que muestran un ligero movimiento en apariencia superluminal, claro indicio para las velocidades “relativistas” de los chorros. Uno de los componentes de la binaria parece ser el agujero negro que se formó durante el colapso de una estrella progenitora masiva que llegó al final de su vida. El agujero negro atrae materia de su compañera, y en vez de desaparecer ésta en el agujero entra en órbita, formando un disco de gas muy caliente que es responsable de los *jets* y rayos X observados. En estos objetos se detectan ambos *jets*, porque las velocidades no se acercan tanto a la velocidad de la luz como en los chorros de los cuasares.

Los *jets* de las estrellas jóvenes generalmente se ob-

servan en longitudes ópticas de onda, y cuando éstos aún no emergen de la nube madre que dio origen a la estrella se pueden emplear radiotelescopios capaces de detectar la radiación característica de ciertas moléculas que están asociadas con los *jets* y su entorno. En los últimos años el telescopio espacial Hubble ha proporcionado imágenes espectaculares de los *jets* de estrellas jóvenes. Apenas en la década de los ochenta se comprobó que los misteriosos objetos llamados Herbig-Haro (HH) se deben a la interacción de los *jets* con el gas interestelar; dichos objetos son pequeñas nubes de gas que en general muestran velocidades de varios cientos de kilómetros por segundo. Esto ya fue descubierto en los años cincuenta de manera independiente por el mexicano Guillermo Haro y el estadounidense George Herbig, quienes dejaron atónita a una generación entera de astrónomos. Jorge Cantó y el argentino Alejandro Raga (ambos del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México), entre otros astrónomos mexicanos y latinoamericanos, han contribuido sustancialmente a la teoría de los objetos HH.

La investigación de los *jets* ya nos ha proporcionado muchos conocimientos sobre el nacimiento y la muerte de las estrellas. La esperanza de los astrónomos es que este trabajo nos ayude a entender los agujeros negros y la formación estelar, temas que aún están llenos de misterios. Recordemos que gran parte de la materia del mundo que nos rodea, e incluso la de nuestro propio cuerpo –en forma de carbono, oxígeno y otros elementos químicos importantes– fue creada en las primeras generaciones de estrellas de nuestra galaxia; todos nosotros fuimos alguna vez parte de una estrella, y por eso, aprender cómo se forman es saber algo más sobre nuestro propio origen. 🌌

Referencias

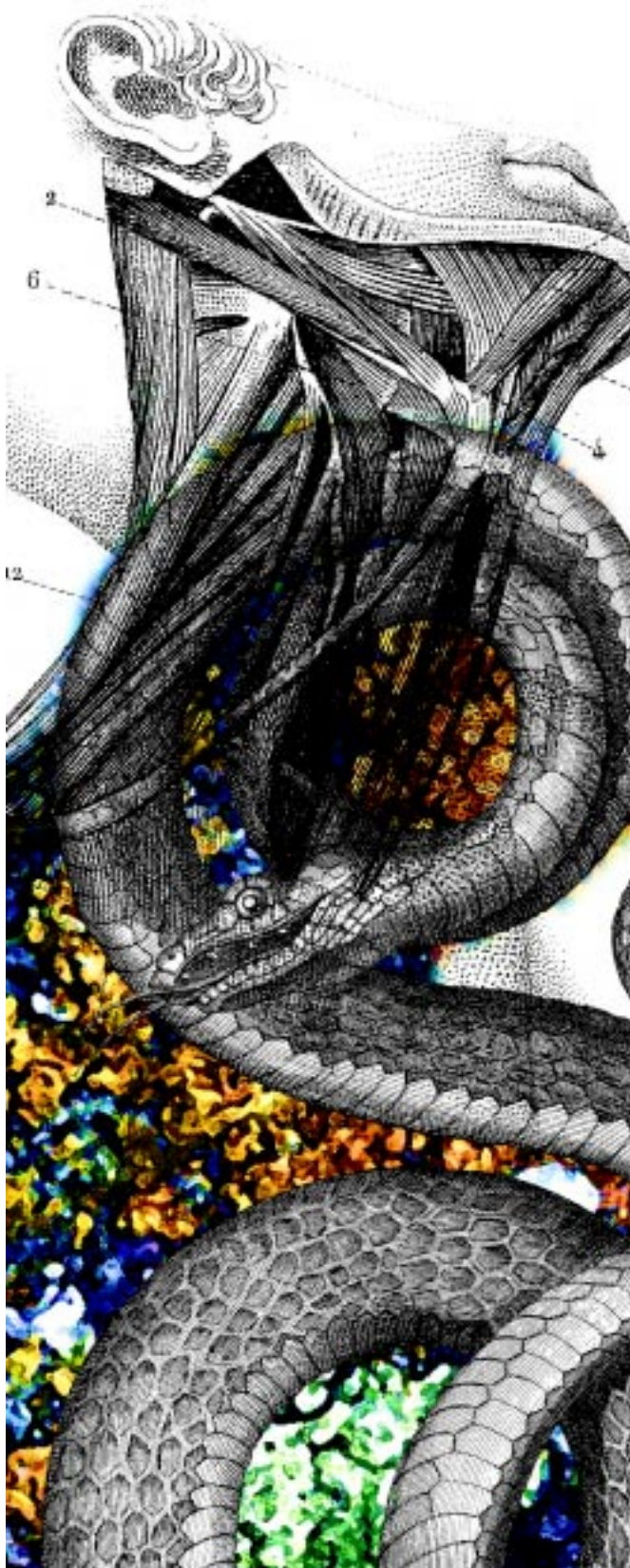
- 1 Borkowski, K. J.; J. M. Blondin, y J. P. Harrington. *Astrophysical Journal*, 482, 1997, p. 97.
- 2 Hummel, C.A., et al. *Astronomy and Astrophysics*, 257, 1992, pp. 489-500.



La evolución humana

JUAN CARLOS RAYA PEREZ

LOS MONOS, LOS HOMÍNIDOS QUE NOS dieron origen, desaparecieron al extinguirse hace millones de años, pero dejaron huellas irrefutables de su existencia, como restos de huesos, cráneos, herramientas y, por qué no decirlo, el producto final de su evolución, de su cambio, que somos nosotros. Y aunque las plantas con flores pudieron haber aparecido mucho antes, lo mismo que los mamíferos, fue hasta hará unos 55 millones de años (ma) cuando las angiospermas se dispersaron por todo el planeta, formando bosques en donde habitaron pequeños mamíferos que se alimentaban de los insectos que polinizaban las flores. Algunos de esos pequeños mamíferos cambiaron su dieta, y de comer insectos pasaron a alimentarse de hojas tiernas y frutos de los árboles.



A finales del eoceno o principios del oligoceno, hace unos 35 ó 40 ma, aparecen prosimios parecidos a los lémures de hoy en día, y los monos propiamente dichos. El que estos animales evolucionaran en el bosque, donde podían desplazarse hacia arriba, hacia abajo y a los lados favoreció sin duda el surgimiento de las características que les permitieron localizar la comida, manejarla y recordar la ubicación de los árboles con partes comestibles, ya que no todos lo son y algunos resultan incluso tóxicos. Hubo pues un incremento del aparato visual, adquiriéndose así la percepción de la profundidad del campo, la agudeza visual y la visión de color.

En el registro de fósiles hallamos un póngido llamado *Aegyptopithecus*, que vivió durante el oligoceno, hace unos 30 ma, y que tal vez sea el antecesor del gibón y el siamán, siguiendo una de sus líneas, al igual que del hombre y de los grandes antropoides, en otra. Un fósil más reciente, llamado *Dryopithecus*, que vivió hace unos 20 ma, probablemente sea el antepasado común del hombre y los grandes monos (gorila y chimpancé). Estos eran simios, aunque no homínidos, que andaban en cuatro patas y vivían en los árboles, uno de cuyos linajes dio origen a *Gigantopithecus*, simio gigante de hábitos terrestres que apareció hará unos 15 ma, habitó en Asia y perduró durante varios millones de años.

Otro linaje surgido de *Dryopithecus* dio origen al orangután, y otro más al gorila, al chimpancé y al hombre. Entre este *Dryopithecus* y los ancestros más directos de los humanos había una falta de evidencia fósil, pero a medida que se exploran nuevas áreas o se continúa la búsqueda se hacen nuevos hallazgos y, así, recientemente se informó sobre el descubrimiento de un fósil llamado *Dryopithecus lacetanus*, con edad aproximada de 9.5 ma, que vivió en los árboles, era cuadrúpedo y fue desenterrado en España.

Después del *Dryopithecus* se ha colocado al *Ramapithecus*, que es antepasado del hombre pero no de los grandes monos, y vivió entre la selva y la sabana, pues un cambio generalizado del clima, que fue haciéndose más seco, convirtió las selvas en llanuras o bosques ralos, y se cree que el campo abierto favoreció su postura erecta, por

la necesidad de tener un campo mayor de visión para localizar a los enemigos, así como porque las manos quedaban libres para usarlas en la cacería. El cambio climático y la organización de la cacería en grupo, que promovió modificaciones en la dieta, pudieron favorecer la evolución del *Ramapithecus*, y ambos casos, el cambio climático y la dieta, han quedado bien establecidos.

También se ha observado que los grandes monos utilizan la postura erecta para intimidar a sus adversarios y evitar peleas que podrían costar incluso la vida de alguno de los contendientes, y el hecho de resolver los conflictos por esta vía podría asimismo favorecer la cohesión del grupo y reforzar los hábitos gregarios.

Un fósil llamado *Ardipithecus ramidus* tiene 4.4 ma y podría ser el antecesor del *Australopithecus anamensis*. Este último tuvo una quijada primitiva y un paladar somero, grandes caninos y una abertura pequeña para el oído, como los monos actuales y los *Ardipithecus*, pero los huesos de los brazos y tobillos se parecen a los del *Australopithecus afarensis* y aun a los de los primeros *Homo*. Por su parte, el *Australopithecus anamensis* pudo haber dado origen al *A. afarensis*.

En 1924 se descubrió un cráneo de lo que fue llamado *A. africanus*, y luego se encontraron más restos en África. Los australopitecos eran bípedos y medían poco más de un metro de altura; tenían cara simiesca, prácticamente sin frente, pero con dientes de proporciones semejantes a las del hombre moderno, y vivieron en el continente africano desde hace unos cinco ma hasta hace un millón de años. El fósil más antiguo de África fue hallado en Kenia, tiene 4.1 ma, caminó en dos patas y se le nombró *A. anamensis*.

En Etiopía se encontró un fósil que tiene de 3 a 3.5 ma llamado *A. afarensis*, el cual se cree que pertenece a la misma especie que dejó la huella de un pie en Tanzania y cuya edad es de 3 a 3.7 ma. Otro *A. afarensis* fue hallado en Chad y su habitat fue un pastizal seco, pues también se encontraron fósiles de rinocerontes, jirafas, caballos, puercos y elefantes; estas dos últimas especies están adaptadas a zonas con pocos árboles. En los australopitecos es claro el bipedalismo, aunque tenían un gran dedo en el pie, parecido al de los monos, que divergía de los otros

dedos y era móvil, lo que indica que podían trepar a los árboles y distribuir su tiempo entre el suelo y el ramaje. Se ha señalado que el bipedalismo podría implicar ahorro de energía al caminar, lo que permitiría cubrir distancias mayores, sobre todo si pensamos en la capacidad de desplazamiento de los grandes monos, cuya habilidad para andar en cuatro patas no es comparable a la de otros cuadrúpedos.

El *Australopithecus garhi* posiblemente desciende del *Australopithecus afarensis*, tiene una antigüedad de 2.5 ma y sus restos fueron hallados junto a herramientas de piedra y huesos rotos a fin de extraerles la médula, lo que habría hecho una buena fuente de grasa para estos antepasados del hombre, que junto con la proteína de la carne pudieron favorecer el desarrollo del cerebro. Darwin notó que en las regiones remotas, donde no había hombres, los animales no temían a los humanos, y si estos australopitecos eran capaces de manejar herramientas de piedra bien pudiera ser que también fueran capaces de cazar animales, debido a la posibilidad de que en los albores del uso de las herramientas los animales no temieran a estos seres que las introducían.

La otra posibilidad es la rapiña de cadáveres de animales muertos, y los huesos encontrados junto a *A. garhi* tienen huellas evidentes del uso de herramientas para descarnarlos y fracturarlos. Esta especie es la que parece coincidir con la edad de las herramientas de piedra más antiguas que se conocen, y si este australopiteco era hábil para fabricar y usar herramientas de piedra, también podríamos imaginarlo como un ser capaz de seleccionarse a sí mismo, alguien con una inteligencia muy superior a la del chimpancé, que tanto nos asombra. Si un granjero puede seleccionar caracteres raros o deseables en un hato de ganado (por ejemplo ovejas de patas cortas, cerdos con más carne y menos grasa, etc.), bien pudo nuestro australopiteco seleccionarse a partir de una pequeña banda.

El estudio de los restos de animales aprovechados por los seres humanos en época más reciente (neandertales y hombre moderno) permitió inferir que las poblaciones de *Homo* eran más bien pequeñas, no tenían un fuerte efecto sobre los recursos y estaban alejadas unas de otras.



Así, bien pudo este remoto antepasado comprometerse con la vía evolutiva que daría lugar al hombre actual. En este proceso el *Australopithecus garhi* daría origen a la especie *Homo habilis*, y un cráneo de este último, hallado también en África oriental, tiene una antigüedad de 1.8 ma y es la forma intermedia entre *A. africanus* y *Homo erectus*; asimismo, tuvo dientes más parecidos a los humanos que a los australopitecinos y un cerebro de 700 cm³, entre la capacidad de *A. africanus* (500 cm³) y *H. erectus* (900 cm³). En el *Homo habilis* el incremento en el tamaño del cerebro pudo haber sido a causa del uso de herramientas y la dieta de carne, que se conseguía cazando o recogiendo cadáveres, pues hay evidencias de ocupaciones repetidas de campamentos junto a antiguas corrientes de agua, donde abundan cuerpos muertos y carnívoros. Este *Homo habilis* construía útiles de piedra menos elaborados que los hechos después por el *Homo erectus*, y vivió desde hace unos dos millones de años hasta hace un millón.

Los restos de *Homo erectus* han sido hallados en China, África, Java, Oriente Medio y Europa, y se cree que luego de que el linaje humano se separó del linaje del chimpancé, hace unos seis ma, evolucionó exclusivamente en África hasta que apareció después el *Homo erectus*, que fue el que se dispersó a otros continentes, y mostró ya habilidades para manipular herramientas y utilizar refugios. Durante el pleistoceno, hace un ma, aumentó gradualmente el tamaño de su cerebro, desde poco menos de 900 cm³ hasta más de mil, y este aumento vino acompañado de la elevación de la frente y el redondeamiento de la parte superior del cráneo; los huesos de la cabeza se hicieron más finos y el tamaño y fortaleza de la mandíbula disminuyó, sin duda debido en parte a que estos homínidos cortaban y cocinaban la carne gracias al uso del fuego.

El *Homo erectus*, junto con la disminución del tamaño de la mandíbula, presentó dientes pequeños, reborde pronunciado de la ceja y proyección hacia adelante de la apertura nasal, sin que se sepa el significado funcional de estos cambios; tal vez la nariz así dispuesta ayudaba a conservar la humedad del cuerpo en periodos de esfuerzo intenso, que junto con el esqueleto robusto del *Homo*

erectus indican una intensa actividad muscular, tal vez en la cacería o la carroñería.

Hace 500 mil años apareció gente que se distinguía del *Homo erectus* por tener mayor capacidad craneana, parietales expandidos y occipucio más redondeado, pero que en otras características recordaban al *Homo erectus*. A estos seres se les ha llamado *H. sapiens* arcaicos. Entre 500 mil y 130 mil años la gente de Europa tuvo cada vez rasgos más modernos, pero en el lejano oriente siguió habitando el *Homo erectus* sin avanzar mucho en la elaboración de herramientas ni en la invasión de territorios verdaderamente hostiles o en la búsqueda de alimentos.

Los *Homo sapiens*, conocidos como neandertales, aparecieron en Europa hace unos 130 mil años y llegaron hasta Asia hará unos 75 mil años, al inicio de la última glaciación. Desaparecieron desde hace 50 mil o 35 mil años, dependiendo del lugar, y excedieron un poco la capacidad craneana de la gente moderna; además, sus esqueletos sugieren una gran fuerza muscular y su comportamiento fue moderno al encargarse de los incapacitados o impedidos y cavar tumbas intencionales, pero no hay evidencia de ideas religiosas o ideológicas, aunque sí fueron capaces de asimilar nuevas ideas y técnicas cuando entraron en contacto prolongado con los humanos modernos.

La gente moderna apareció en África hace más de 80 mil años, pero en Europa y Asia continuaron habitando los neandertales. *Homo sapiens* aparecidos en África hará 90 mil años dejaron gran cantidad de restos de fauna y herramientas, incluidas las de hueso, lo cual indica que el uso estacional de los recursos y la industria del hueso ya existía en ese continente en aquel tiempo, y 50 mil años después el *Homo sapiens* colonizó Australia y probablemente el oriente de Asia. Los neandertales tenían cráneo de forma subesferoidal visto desde atrás y la región facial (pómulos) estaba extraordinariamente proyectada hacia adelante. Durante los últimos 12 mil años los cazadores y recolectores modernos fabricaron ya herramientas de hueso y objetos de arte.

Los instrumentos más antiguos y los de hace 1.5 a 1.4 ma están agrupados en la tradición Oldowan, que son piedras burdamente talladas pero superiores a lo que pue-

de hacer un chimpancé; las herramientas asociadas con los restos de *H. erectus* incluyen hachas y otras armas bifaciales más complicadas que las del *H. habilis* y se agrupan en la tradición achenliense, mientras la olduvense y acheuliana comprenden la edad de piedra antigua o temprana, debiendo mencionarse que el *H. erectus* manejaba el fuego al final de su época.

Los artefactos pertenecientes a los neandertales corresponden a la tradición mousteriense o mousteriana, y tienen mayor variedad en los tipos de herramientas construidas, pero sin artefactos de hueso o para adorno personal. Esta es la edad de piedra media o paleolítico medio. Los humanos modernos fabrican ya hojas prismáticas extraídas del corazón de la roca, herramientas especializadas de hueso y cornamenta, y aplican estrategias económicas más complejas, incluyendo actividades estacionales específicas, procura y almacenamiento de alimentos a grandes distancias, escala social reflejada en el uso de adornos y empleo de símbolos en el arte y la vida cotidiana. La industria de esta etapa corresponde al paleolítico superior.

Se ha descubierto recientemente en Francia una construcción en lo profundo de una cueva, que es un cuadro formado sobre el piso de la caverna, a la que se debió llegar sin duda usando hachones y teas encendidas, y se ha tomado como indicio de que los neandertales probablemente ya tenían un lenguaje más o menos desarrollado, además de ciertas habilidades que preludian lo que vendrá o se hará después con los cromañones, extraordinarios pintores que nos heredaron las pinturas halladas en tantas cuevas.

La adquisición del lenguaje ha sido uno de los logros más importantes de los seres humanos y se ha intentado rastrear su aparición en la historia evolutiva, pero esto ha sido difícil de seguir. También se piensa que los australopitecos debían tener por lo menos un lenguaje rudimentario para organizarse durante las cacerías, aunque también esto es difícil de probar.

Se ha propuesto que el periodo necesario de cuidados para los bebés modernos es más largo que el de los neandertales, lo que les permitiría mayor adaptación al medio, mejor aprendizaje y una tasa superior de sobrevivencia,



y eso en parte daría la pauta para el reemplazo de unos por otros. Dadas las poblaciones tan pequeñas de que se hablaba arriba, tal reemplazo no implicaría demasiados conflictos, pues seguramente los cromañones tenían mayor capacidad cognoscitiva y comunicativa, mientras los neandertales permanecieron prácticamente sin cambio desde su aparición hasta extinguirse, es decir, no progre-

saron en la construcción y el manejo de herramientas ni llegaron a hacer arte, como las famosas pinturas rupestres dejadas por los cromañones, todo ello a lo largo del tiempo y sin variación de una región geográfica a otra. No obstante, se ha dicho que si fuera posible encontrar un neandertal y vestirlo con traje y portafolio seguramente nadie se daría cuenta de que es un hombre premoderno.

Los análisis bioquímicos han mostrado que nuestra hemoglobina es idéntica a la del chimpancé, y marcadores genéticos, genes que se analizan para observar qué tanto ha cambiado su secuencia a lo largo del tiempo y de una especie a otra, apoyan igualmente que el linaje del chimpancé se separó del de los seres humanos hará unos seis millones de años.

El análisis del ácido desoxirribonucleico (ADN) mitocondrial indica que el linaje humano efectivamente se originó en África y se le llamó “Eva africana”, porque dicho ADN sólo se hereda de la madre. Los estudios con genes pertenecientes al padre únicamente, pues se heredan a través del cromosoma “y”, apoyan la teoría de que en este caso el “Adán” mítico fue también africano. Una proteína llamada citocromo c, es idéntica en el hombre, el gorila, el chimpancé y el orangután, y aproximadamente uno de cada tres genes es distinto entre el hombre y los grandes monos (chimpancé o gorila).

Los antropoides y los monos, además de la visión estereoscópica y policromática, presentan inmovilidad de las orejas, reducción del olfato, pérdida de pelos táctiles, existencia de un ciclo menstrual, ausencia de un periodo estacional de cría y un solo producto por parto, por lo general bajo cuidado maternal prolongado. Debido a la locomoción bípeda, la columna vertebral del humano se ha desarrollado en forma de S y la musculatura que une las piernas y la espina dorsal ha cambiado considerablemente de configuración y fortaleza, abombándose la pelvis con el fin de soportar el peso de las vísceras abdominales; en el pie se desarrolló la planta, se redujo el tamaño de los dedos y el pulgar dejó de estar opuesto a los otros dedos del pie, en tanto que los huesos tarsales y los del talón se reforzaron y articularon con precisión, y los miembros anteriores se

acortaron haciéndose más débiles. Los brazos de los antropoides son más largos que sus piernas, mientras que en el hombre es al revés.

En la actualidad existen dos teorías que tratan de explicar el origen del hombre moderno, una, la de la “continuidad regional”, sostiene que surgió en diferentes regiones, evolucionando separadamente luego de la dispersión de nuestro ancestro africano hace un millón de años, aunque no exenta de reproducción entre diversos grupos; la otra teoría es conocida como “fuera de África” y postula que los humanos modernos surgieron en ese continente y se dispersaron fuera de él. La primera explica la aparente diversidad que existe entre africanos, asiáticos, europeos y australianos, y es apoyada por el estudio de ciertos genes que parece surgieron y se diversificaron en Asia, y aunque están presentes en africanos, pudieron llegar allí por el regreso de algún grupo a esas regiones. La teoría alternativa se ve apoyada por restos fósiles y pruebas como la del ADN mitocondrial, que sugieren un origen africano con dispersión posterior y reemplazo de los humanos arcaicos en los otros continentes.

En poblaciones animales se ha visto que aun cuando haya flujo reducido de genes entre poblaciones distintas puede tener lugar la especiación, es decir, que una de las poblaciones dé origen a otra especie, y de hecho este intercambio reducido de genes suele contribuir a la diversidad genética de una población constreñida en ese aspecto. Así, bien pudo darse un intercambio genético de poblaciones de neandertales y cromañones, que contribuyó a la diversidad actual. En Asia se han hallado restos de *Homo erectus* de hace unos 35 mil años, lo que le permitió posiblemente convivir con neandertales y cromañones, y es difícil pensar en una barrera reproductiva lo bastante eficaz como para impedir la reproducción entre las distintas clases de *Homo*.

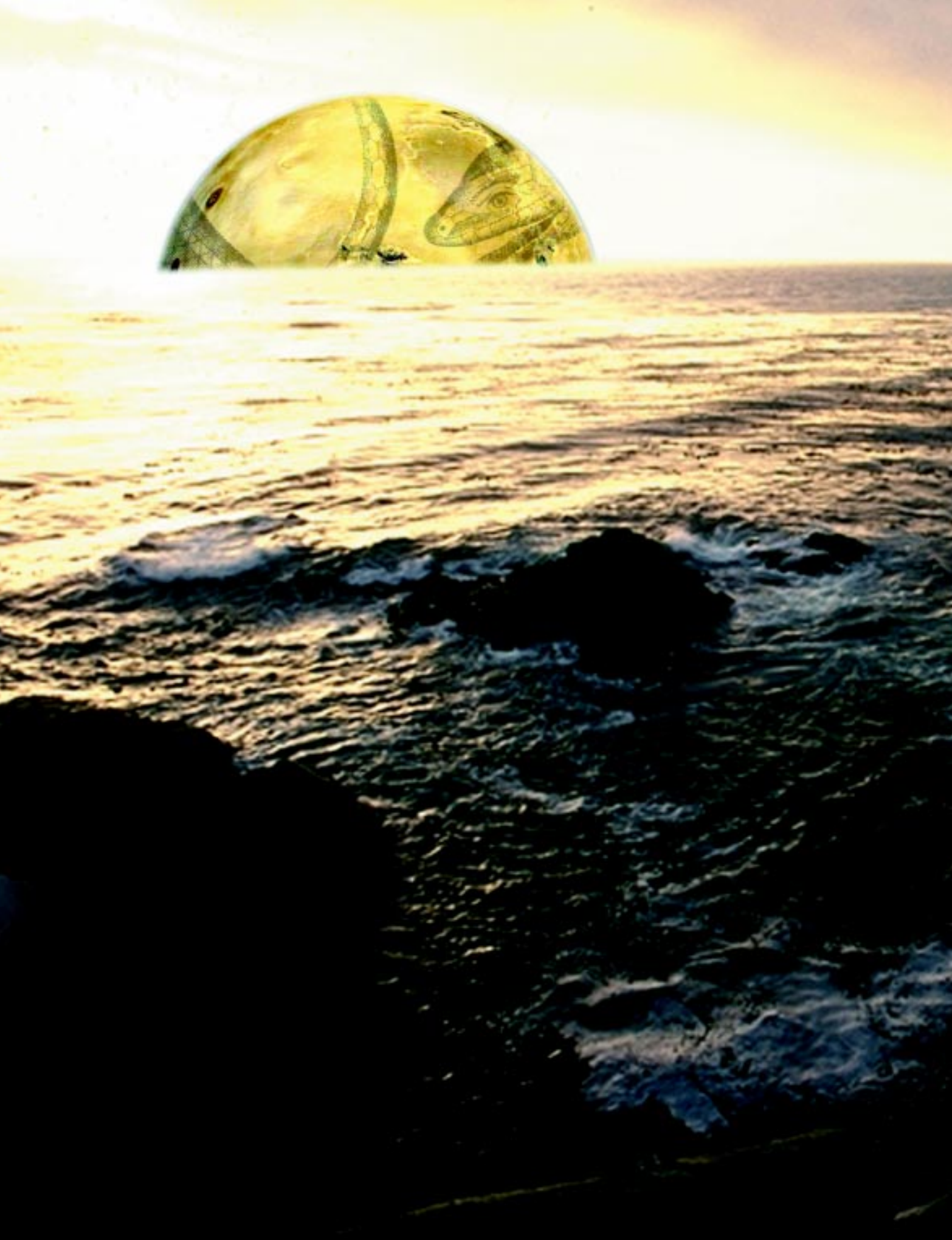
Muchos fueron los factores que concurrieron para que se diera la aparición del género humano, tanto ambientales como de las propias especies participantes, que en una interrelación dinámica nos permitieron estar aquí, preguntándonos acerca del universo y acerca de nosotros mismos. ●

Bibliografía

- Wood, B. “Human Evolution”, *BioEssays*, 18, 1996, pp. 945-954.
- Heinzelin, J. de J.; D. Clark; T. White; W. Hart; P. Renne; G. WoldeGabriel; Y. Beyene, and E. Vrba. “Environment and Behavior of 2.5 Million-year-old Bouri Hominids”, *Science*, 284, 1999, pp. 625-629.
- Semaw, S.; P. Renne; J.W.K. Harris; C.S. Feibel; R.L. Bernor; N. Fesseha, and K. Mowbray. “2.5 Million-year-old Stone Tools from Gona, Ethiopia”, *Nature*, 385, 1997, pp. 333-336.
- Tattersall, I. and J. H. Schwartz. “Hominids and Hybrids: The Place of Neanderthals in Human Evolution”, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96, 1999, pp. 7117-7119.
- Clarke, R.J., and P.V. Tobias. “Sterkfontein Member; 2 Foot Bones of the Oldest South African Hominid”, *Science*, 269, 1995, pp. 521-524.

Bibliografía complementaria

- Ayala, F.J. *Origen y evolución del hombre*, Madrid, España, 1980, Alianza, 238 p.
- Klein, R.G. *The Human Career: Human Biological and Cultural Origins*, Chicago, 1989, Chicago University Press, 524 p.
- Fernández, J. Y.; J.C. Diez, y J.M. Bermúdez de Castro. “Evidence on Early Canibalism”, *Science*, 271, 1996, pp. 277-278.
- Stiner, M.C.; N.D. Munro; T.A. Surovell; E. Tchernov, and O. Bar-Yosef. “Paleolithic Population Growth Evidenced by Small Animal Exploitation”, *Science*, 283, 1999, pp. 190-194.
- Wood, B., y Collard M. “The Human Genes”, *Science*, 284, 1999, pp. 65-71.





La cooperación regional en el *Pacífico asiático*

ALEJANDRO CARLOS USCANGA PRIETO

I. Introducción

EN LOS DOS ÚLTIMOS DECENIOS EL este y el sureste de Asia fueron el escenario de un vertiginoso proceso de desarrollo sostenido, que permitió transformar esa región en uno de los principales centros de la economía mundial, y a pesar de los efectos de la crisis iniciada en el verano de 1997, se han llevado a cabo acciones para reajustar sus esquemas comerciales y financieros, a fin de impulsar la recuperación en la zona. Sin lugar a dudas, en la medida en que Japón y las economías del Pacífico asiático (concepto que se refiere a los países de ese continente con litorales en el Océano Pacífico) logren regresar a la senda del crecimiento, su posición se fortalecerá dentro de la actual estructura de blo-

ques económicos mundiales. El mecanismo de Cooperación Económica Asia Pacífico (mejor conocido como APEC por sus siglas en inglés) integra 21 economías de la ribera asiática y americana de la cuenca del Pacífico,¹ que actualmente es el principal vehículo multilateral para la discusión de los mecanismos destinados a fomentar el libre movimiento de los agentes económicos y eliminar los obstáculos para el comercio, así como el flujo de capitales.

El presente escrito desea plantear las particularidades que adquieren los esfuerzos de cooperación en el Pacífico asiático y en específico las características, así como los desafíos a que se enfrentará el APEC como un espacio *sui generis* de consulta y discusión de temas económicos en el ámbito regional.



II. Regionalismo e integración económica Asia-Pacífico

La naturaleza del regionalismo Asia Pacífico posee rasgos diferentes a los procesos similares acaecidos en otras partes del planeta. En general, puede observarse una tendencia de integración económica en la que existe falta de interés para crear instituciones y negociaciones formales al estilo de la Unión Europea y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Es decir, la región Asia-Pacífico se caracteriza por la presencia de mercados altamente interrelacionados en rápida transformación, bajo la confluencia de la globalización y los crecientes vínculos entre las economías nacionales.² En este sentido, vale la pena revisar el concepto de regionalismo económico abierto que ha sido un pilar para cimentar los acuerdos de cooperación en la zona, y en particular en el mecanismo APEC. Esta idea tiene tres características fundamentales:

1. La naturaleza abierta de su estructura y sus políticas no originan discriminaciones en términos de comercio e inversión con otras regiones del mundo.
2. El principal foco de interés es la economía y se basa en una asociación voluntaria de sus miembros, que no ceden soberanía a institución supranacional alguna.
3. El concepto de regionalismo abierto se genera de acuerdo con las experiencias de cooperación de más de tres decenios en los países del Pacífico asiático y significa promover nuevas formas de cooperación regional.³

En este sentido, el efecto de la globalización económica ha generado respuestas regionales particulares del Pacífico asiático y ha permitido el nacimiento de esquemas de cooperación como el APEC. Estas diferencias permiten suponer que el trasfondo histórico-cultural, la estructura política y el grado de interdependencia económica marcan rasgos específicos dentro de los procesos de integración en cada región.

III. Los esquemas de cooperación transpacífica

Desde una perspectiva global pueden identificarse, de acuerdo con Richard Higgot, tres fases evolutivas en la cooperación económica de la región. La primera etapa abarca de 1960 a 1967, dirigida principalmente por las iniciativas de Japón, cuyas propuestas fueron, en mucho, la respuesta a la creación de la Comunidad Económica Europea. En este sentido, se planteó el establecimiento del Área de Libre Comercio del Pacífico (en inglés denominada Pacific Free Trade Area, PAFTA), cuyos miembros serían Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y los Estados Unidos, pero este mecanismo fue tanto política como económicamente inviable. La segunda fase incluye varias iniciativas como la primera Conferencia de Desarrollo y Comercio en el Pacífico (en inglés, Pacific Trade and Development, PAFTAD); la creación de la Asociación de Naciones del Sudeste de Asia (ANSEA, 1967) y el Consejo Económico de la Cuenca del Pacífico (en inglés Pacific Basin Economic Council, PBEC), propuesta australiano-japonesa que integraba el sector de hombres de negocios de la zona,⁴ y la tercera fue la formación de la entonces llamada Conferencia de Cooperación Económica en el Pacífico (Pacific Economic Cooperation Conference, PECC) en 1980 y el APEC en 1989, que en pocos años se ha convertido en el principal foro regional de la cuenca del Pacífico. El APEC fue fundado como un espacio flexible de consultas y negociaciones informales, basándose en el principio de consenso para la toma de sus decisiones. Después de la reunión patrocinada por los Estados Unidos en la ciudad de Seattle en 1993 se propuso crear la

Comunidad Económica del Pacífico y celebrar una cumbre informal; además, se incorporó a su agenda la necesidad de realizar un ambicioso programa de liberalización económica.

A pesar de los problemas financieros padecidos por la región Asia-Pacífico después del verano de 1997, es innegable que existe una intensa interdependencia económica, acelerada desde mediados de la década de los ochenta, periodo durante el cual tuvieron lugar las actividades de los circuitos empresariales que permitieron desarrollar un sistema comercial abierto y globalizado. A este respecto debe tenerse en cuenta que la tasa de crecimiento económico de la región fue del 5% anual en los años de 1965 a 1995.

El foro APEC es una nueva forma de cooperación, en el que participan por igual los países desarrollados y en desarrollo, unidos en la toma de decisiones por los principios de flexibilidad y por acciones voluntarias para el avance de su agenda de cooperación y liberalización económica. Los mecanismos de cooperación en la cuenca del Pacífico difieren sustancialmente de las formas tradicionales del regionalismo y se reconoce la ventaja de la diversidad como una herramienta para crear vínculos estrechos entre sus miembros. De acuerdo con Peter D. Drysdale, el APEC es una forma novedosa y flexible de cooperación, designada para acomodar la diversidad de las economías de la cuenca del Pacífico, pues éstas presentan notables diferencias en términos de tamaño, así como en la densidad de sus poblaciones, ingresos, estructuras económicas y recursos naturales, y es precisamente esta diversidad la fuente de la que emana un enorme potencial para el intercambio comercial y de inversiones.

Uno de los principales aspectos del APEC es la idea de que el avance de su agenda económica se realice conforme a acciones unilaterales concertadas. Este concepto aprobado en la reunión ministerial de Osaka en 1995, con las reservas obvias de los Estados Unidos, parte del principio de que las economías integrantes de este mecanismo anuncien sus propios programas de liberalización económica y promoción de inversiones, mismos que son observados por otros, y todos se sienten obligados a pre-



sentar uno similar, en términos de acciones y metas, al de los demás miembros en el APEC. Los gobiernos están comprometidos por este medio a aplicar los acuerdos, y sin lugar a dudas ese principio es único y marca una característica especial en el proceso de toma de decisiones en el APEC.

IV. Los retos del APEC

En la actualidad, el APEC se enfrenta a varios retos, por lo que es necesario presentar el debate surgido desde hace algunos años sobre los alcances y límites de este importante mecanismo regional. Existen algunas opiniones sobre las limitaciones potenciales de este organismo, que pueden ensombrecerlo, pues hay un endeble compromiso real de la agenda económica por la falta de entendimiento cabal del principio de acciones concertadas unilaterales, la idea de flexibilidad y compromisos voluntarios. Se presupone que los miembros manifestarán de manera irremediable ciertas reservas en sus proyectos de liberalización económica, en tanto que se presentarán diferencias en sus contenidos y ritmos de acción.

Otras opiniones argumentan que el APEC no debe concentrarse exclusivamente en cuestiones económicas y es preciso poner atención en asuntos de carácter político y de seguridad. De acuerdo con estas opiniones, la inexistencia de un ambiente de estabilidad en la región generará que los logros económicos de sus trabajos puedan desaparecer con mucha facilidad. Las respuestas a estos cuestionamientos se centran en que el APEC surgió y es en esencia un mecanismo económico; así, su agenda de cooperación debe abordar en exclusiva asuntos económicos y otros esquemas emergentes en la región deberán concentrarse en los mencionados asuntos políticos y de seguridad.⁵ Otro tipo de visión escéptica se refiere a la misma naturaleza del APEC. Stephan Haggard apunta que no hay un claro entendimiento sobre la idea de “regionalismo abierto”, pues según este autor, el APEC parece ser una organización débil con poca proclividad para fomentar una coordinación formal entre sus miembros.⁶

Robert Z. Lawrence difiere del punto de vista de Haggard y afirma que el APEC puede ayudar a impulsar la integración económica por medio de acuerdos y proyectos para facilitar el comercio y la inversión. Su objetivo es establecer un ambiente en el que los bienes, el capital, el trabajo y la información puedan moverse en forma más fácil a través de las fronteras. El desarrollo de la agenda APEC involucra no una integración superficial sino de largo alcance y profunda,⁷ pues como es sabido se trata de un mecanismo en formación, que en un decenio ha logrado consolidarse como el primer foro económico dentro de la cuenca del Pacífico y ha tenido el mérito de presentar un ambicioso programa de acción, el cual tendrá que sufrir ajustes ante los cambios del entorno económico y político regional en las primeras décadas del nuevo siglo.

V. Reflexiones finales

Los esfuerzos de cooperación dentro del Pacífico asiático parten del hecho de ser “naturales”, es decir, la creciente interdependencia regional ha estado impulsada por las fuerzas económicas que crearon complejas cadenas productivas y flujos de capital y de

mercancías, que permitieron un alto crecimiento económico y un incremento de comercio intrarregional, y este contexto favoreció el surgimiento de esfuerzos de cooperación cuyas características y principios son específicos al compararlos con otras experiencias similares en diversas partes del mundo. La toma de decisiones por consenso y la aplicación de las acciones en forma voluntaria y flexible son partes únicas de una perspectiva asiática de la cooperación regional. El APEC, como órgano de consulta y negociaciones informales, constituye un espacio cuya extrapolación sería, al menos hoy día, poco probable; sin embargo, todavía tendrá que afrontar la más dura batalla, su sobrevivencia y permanencia como el principal modelo de cooperación en la cuenca del Pacífico. ●

Bibliografía

- 1 Aggarwal, Vinod K., and Charles E. Morrison (editors). *Asia Pacific Crossroads. Regime Creation and the Future of APEC*, New York, 1998, St. Martin's Press, 434 p.
- 2 Bergsten, C. Fred (editor). *Whither APEC? The Progress to Date and Agenda for the Future*, Institute for International Economics, *Special Report 9*, October 1997, 250 p.
- 3 Drysdale, Peter, and David Vines (editors). *Europe, East Asia and APEC. A Shared Global Agenda?* Cambridge University Press, 1998, 304 p.
- 4 Hellmann, Donald C., and Kenneth B. Pyle (editors). *From APEC to XANADU. Creating a Viable Community in the Post-Cold War Pacific*, M.E. Sharpe, 1997, 250 p.

Referencias

- 1 Los 12 miembros fundadores del APEC fueron Japón, Corea del Sur, Tailandia, Brunei, Indonesia, Malasia, Singapur y Filipinas, los Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda. En 1991 se incorporaron China, Taiwán y Hong Kong y dos años más tarde México y Papua Nueva Guinea; en 1994 fue admitido Chile y en 1998 ingresaron Perú, Vietnam y Rusia a este organismo.
- 2 Katzenstein, Peter J. "Asian Regionalism in Comparative Perspective" in Peter J. Katzenstein y Takeshi Shiraishi. *Network Power. Japan and Asia*. Estados Unidos, Cornell University Press, 1997, p.12.
- 3 Drysdale, Peter. "Open Regionalism: A Key to East Asia's Economic Future", Australia-Japan Research Center. *Pacific Economic Paper* num.197, July 1991, p. 1.
- 4 Higgot, Richard; Andrew Fenton Cooper, y Jenelle Bonnor. "Cooperation Building in the Asia-Pacific Region: APEC and the New Institutionalism", Australia-Japan Research Center, *Pacific Economic Paper* num.199, September 1991, p. 8.
- 5 Helleman, Donald C. *America, APEC and the Road not Taken: International Leadership in the Post-Cold War Interregnum in the Asia-Pacific*, M.E. Sharpe, 1997, p. 7.
- 6 Haggard, Stephan. *Developing Nations and the Politics of Global Integration*, Estados Unidos, 1995, The Brookings Institution, p. 70.
- 7 Lawrence, Robert Z. *Regionalism. Multilateralism and Deeper Integration*, Estados Unidos, 1996, The Brookings Institution, pp. 93-94.

Age	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
10	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
15	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
20	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
25	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
30	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
35	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
40	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
45	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
50	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
55	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
60	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
65	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
70	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
75	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
80	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
85	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
90	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
95	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1
100	131.0	121.1	111.1	101.1	91.1	81.1	71.1	61.1	51.1	41.1

Table 1. Mean values and standard deviations of the Expert Panel on Genetic Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel II).



Perspectivas de la profesión contable sobre la protección del ambiente

ELISA GUILLEN ARGUELLES

Introducción

DURANTE LOS ÚLTIMOS TRES DECENIOS, LOS PROBLEMAS ambientales a que el planeta se enfrenta han sido motivo de creciente atención no sólo de los gobiernos sino también de las organizaciones, consumidores y profesionales, a tal grado que surge en el mundo la corriente ecologista, y muchos quieren volverse “amigos del ambiente”, “amigos de la ecología” o simplemente “verdes”, es decir, tienen gran interés en la conservación de los recursos naturales y en el mejoramiento del entorno.

El objetivo del presente documento es analizar el vínculo de la profesión contable con el ambiente, así como las tendencias mundiales de la contaduría hacia la resolución de problemas ambientales tan graves como la destrucción de la capa de ozono, el calentamiento global, la lluvia ácida, la disposición inadecuada de los residuos tóxicos y de los no peligrosos, la deforestación de grandes áreas en diversas partes del mundo, la disminución de la biodiversidad, la amenaza de destruir los diversos ecosistemas, etc., que no son fenómenos aislados que van a desaparecer con tan sólo ignorarlos, pero conviene precisar primero a qué se refiere el término “ambiente”:



La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, (LGEEPA, INE-SEMARNAP, 1996) lo define en su Artículo 3o. como “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y el desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”. Diferentes clasificaciones de los componentes del ambiente han surgido en la literatura, las cuales con frecuencia se refieren también a la categorización de los efectos ambientales. Romeril (1989) por ejemplo, propone clasificar el ambiente en tres categorías, físico, biológico y socioeconómico, mientras que Hunter y Green (1995) lo clasifican en natural, construido por el hombre y cultural, incluyendo en esta última categoría los aspectos socioeconómicos del mismo. Como puede observarse existe coincidencia en la forma en la que los estudiosos del ambiente consideran al mismo, por lo que la definición propuesta en la LGEEPA es a la que nos referiremos cuando se haga mención de este término.

Dada la importancia de los problemas ambientales, la Organización de las Naciones Unidas estableció en 1987 la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development), cuyo objetivo principal era el de examinar los problemas críticos de desarrollo y entorno del planeta, y formular propuestas reales para solucionarlos, asegurando así que el progreso humano se dé de manera sostenible sin afectar los recursos de las futuras generaciones (WCED, 1987). En un nivel más complejo, parece ser que el incremento en la escala de desastres ambientales, como el derrame de pesticidas en Bhopal, India, la explosión del reactor nuclear en Chernobil, Rusia, la explosión de gas en el Estado de México, el derramamiento más grande de petróleo causado por la compañía Exxon Valdez en Alaska,

etc., ha empezado a su vez a incrementar el interés general sobre la gravedad de los impactos que el hombre ha causado en el ambiente, y la profesión contable no ha sido la excepción.

La responsabilidad social del contador y los negocios en relación con el ambiente

Desde la década de los setenta, cuando se iniciaron en el mundo occidental los debates acerca de la “contabilidad social”, surgió también la pregunta de si tenía algo que ver con los contadores o no, dado que este profesional normalmente trabaja con cifras financieras y con información que sólo puede ser expresada en términos de dinero. Incluso los principios de contabilidad generalmente aceptados (Realización y valor histórico original) establecen que sólo pueden registrarse aquellas actividades que hayan sido realizadas en términos monetarios, al valor que tengan al momento de efectuarse. Así pues, ¿cómo registrar, por ejemplo, el costo que implica para la sociedad la contaminación del aire, del agua o de cualquier otro elemento vital para la subsistencia humana, causada por las empresas públicas o privadas, en su afán de obtener ganancias, en las que el contador tiene un papel principal como administrador contable de sus bienes y obligaciones? ¿O es que se deben ignorar estos costos? Las tendencias mundiales muestran que ya no es tiempo de seguir haciéndolo, y los contadores como profesionales, con una responsabilidad social que cumplir, tienen que hacer frente a esta problemática con decisión y tomar parte activa en su solución.

Houldin (1993) establece que en un nivel pragmático, las dos razones más obvias por las que los contadores deben preocuparse respecto a la protección del ambiente consisten en que:

1. Los problemas ambientales son cuestiones de negocios también, es decir, en términos de legislación y de cambios de mercado, el ambiente tiene implicaciones para los negocios en aquellas áreas en las que los contadores están normalmente involucrados, como las

pérdidas y ganancias, la ventaja competitiva y la eficiencia en el costo, hasta renglones más complejos como son la valuación de los activos, los pasivos contingentes y el riesgo ambiental, en los cuales la mayoría de los contadores tendrán un papel que desempeñar.

2. La protección al ambiente tiene considerables implicaciones para la auditoría en todos sus aspectos, pues además de las de carácter ambiental, derivadas de las leyes que regulan el entorno en México, por ejemplo, como ya se mencionó existe la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y hay una creciente demanda por parte de los gobiernos para que las empresas lleven a cabo auditorías ambientales. El Programa del Medio Ambiente 1995-2000 en nuestro país incluye las auditorías ambientales como uno de los instrumentos de su política, mismas que pueden tener un carácter preventivo o correctivo. Como puede observarse, las auditorías ambientales son consideradas como parte fundamental de la administración del entorno, en donde muchos contadores encontrarán lugar para involucrarse, aunque por el momento esta sea un área en la que participa una minoría de ellos, y requiere de sus habilidades y experiencia.

Surge aquí la pregunta sobre cómo puede cumplir el contador con esta responsabilidad social cuando los negocios para los que presta sus servicios en cualesquiera de las áreas o campos de su actividad son los que establecen sus propias políticas, en las cuales los aspectos ambientales en la mayoría de los casos no forman parte de sus prioridades. He aquí precisamente donde puede comenzar la labor del contador, al proponer a sus clientes o empleadores el establecimiento de una política ambiental que les permita cumplir con la responsabilidad social que como empresarios tienen también ante las comunidades en las que se encuentran establecidos.

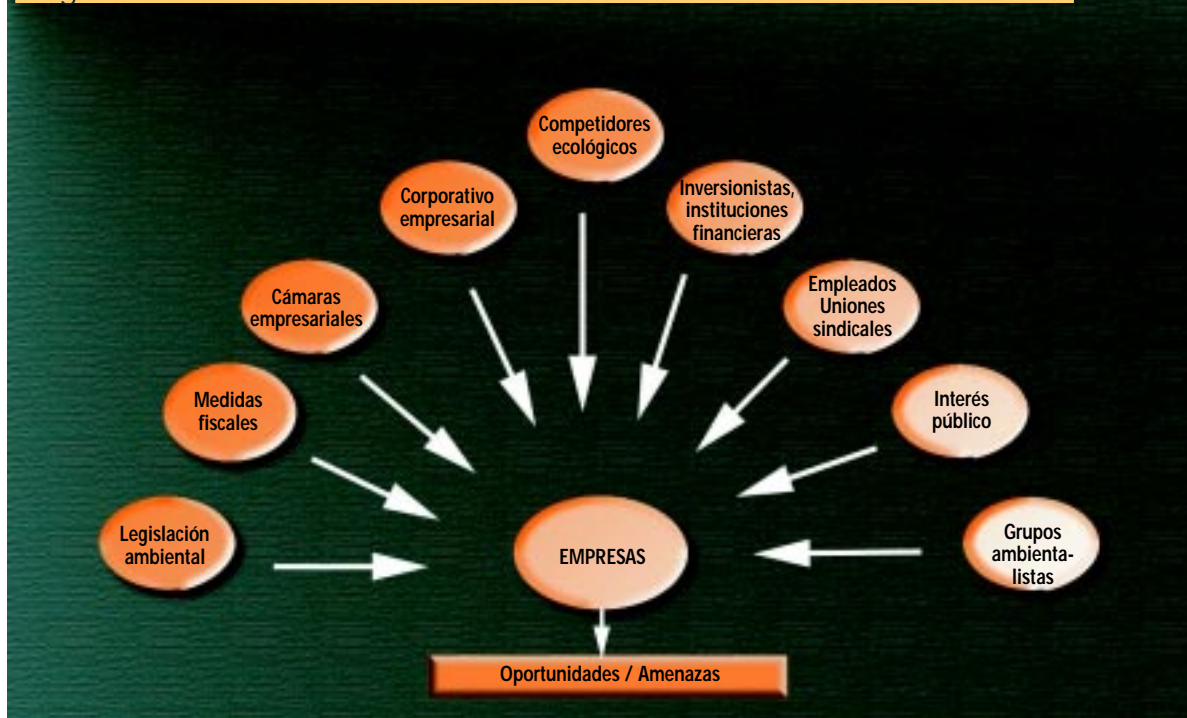
Hoy en día, muchas empresas se han dado cuenta mundialmente de que para ser más competitivas y ganar mayor grado de participación en el mercado de bienes y servicios tienen que considerar, dentro de sus políticas de

negocios, la protección del ambiente como aspecto prioritario y como parte fundamental para alcanzar el desarrollo sustentable. Es más, muchos de los clientes o consumidores de los productos o servicios que ofrecen han empezado a exigir que éstos sean “ambientalmente amigables”, es decir, que no contaminen ni causen deterioro o destrucción al ambiente, y ello implica que para administrar el impacto ambiental de las actividades comerciales, aun cuando representa una idea nueva para muchos de ellos, es necesario cambiar tanto la cultura empresarial como los sistemas de administración de los negocios, es decir, la administración del ambiente debe integrarse como parte de sus actividades cotidianas normales.

En nuestro país, el 80% de los contaminantes es producido por cerca de dos mil empresas industriales (*El Nacional*, 1998), lo cual muestra la necesidad urgente de crear una conciencia ambiental que les permita participar de manera positiva en la resolución de dicha problemática, lo que a su vez les traerá beneficios económicos como la reducción en sus costos operativos. El gobierno federal, por intermedio de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), inició en 1992 el Programa Nacional de Auditoría Ambiental Voluntaria, mediante el cual las empresas industriales hacen una evaluación de sus sistemas de producción y del control que ejercen sobre el manejo de compuestos, los cuales, por su naturaleza, son una fuente de contaminación o constituyen un riesgo para la población y para el ambiente. El resultado de la auditoría muestra las áreas en las que estas empresas están siendo fuente contaminadora, y tienen que iniciar las correcciones necesarias que les permitan cumplir con la legislación ambiental en vigor; como premio a sus esfuerzos por la protección del ambiente les es otorgado por la Profepa un certificado de industria limpia.

De acuerdo con la KPMG Peat Marwick del Reino Unido (Houldin, 1993), que es una de las firmas de contadores más grandes del mundo, las fuentes de las presiones ambientales para los negocios se presentan en dos grandes áreas: la legislación ambiental (federal, estatal y municipal) y las fuerzas del mercado. En la figura 1 se aprecian cada una de estas áreas, las cuales tienen impli-

Figura 1. Presiones ambientales. Fuentes



Fuente: KPMG The National Environment Unit.

caciones tanto para los negocios como para los contadores.

La legislación ambiental es la primera fuente de donde se deriva la obligación para las empresas de proteger el ambiente. En México por ejemplo, nacionalmente existe la LGEEPA con sus Reglamentos en Materia de Impacto Ambiental, Residuos Peligrosos y Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, así como las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental, mientras que en el ámbito estatal, las entidades federativas cuentan con su propia legislación al respecto, al igual que los municipios que las integran, y de acuerdo con estas legislaciones los negocios en general deberán:

- Invertir en la protección del ambiente.
- Destinar recursos para la adquisición de tecnologías más limpias.
- Cambiar los procesos de producción y los productos y servicios que ofrecen.
- Revisar los valores de sus activos.
- Destinar fondos para el tratamiento y disposición de sus residuos.

También existen leyes internacionales que tienen implicaciones para los negocios, como por ejemplo las Nor-

mas Internacionales en materia ambiental; tal es el caso de la ISO 14000, establecida por la International Standard Organization. México ha firmado desde 1938 una serie de convenios, acuerdos, tratados, etc. con diversos países del mundo, que tratan sobre la protección del ambiente, con carácter unilateral, bilateral y multilateral. Por lo que respecta a las medidas fiscales, éstas representan instrumentos económicos que motivan a las empresas a participar en la protección del ambiente, como por ejemplo el Arancel Cero para Equipos Anticontaminantes, publicado en el *Diario Oficial* de la Federación el 28 de diciembre de 1996, en el que se crean y modifican diversos aranceles de la tarifa de la Ley del Impuesto General de Importaciones, así como las Deducciones de Donaciones e Inversiones realizadas en áreas naturales protegidas. Recientemente se ha negociado con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la deducibilidad de impuestos a donativos para el manejo de dichas áreas naturales, mediante la modificación del Artículo 30 de la Ley del Impuesto sobre la Renta, efectuada el 30 de diciembre del mismo año, la cual establece en su fracción XVII esta nueva posibilidad.

Las cámaras empresariales también han empezado a ejercer presión y liderazgo entre sus asociados sobre todo en la aplicación de las leyes y normas ambientales. Mundialmente, por ejemplo, la Cámara Internacional de Co-

mercio (International Chamber of Commerce) ha desarrollado una serie de lineamientos para motivar a las industrias afiliadas a interesarse en la protección del ambiente.

El corporativo empresarial debe interesarse porque sus industrias, desde su nacimiento hasta su terminación, tengan un ciclo de vida total que conduzca a responsabilizarse por el uso y disposición de los productos y servicios que ofrecen, y vigilar que se lleven a cabo las auditorías ambientales que permitan evaluar tanto su actuación como la de sus proveedores.

Los competidores ecológicos han comenzado a desarrollar un perfil ambiental elevado en los mercados, mediante la respuesta mostrada hacia la legislación ambiental y hacia las necesidades de sus clientes, con el desarrollo de productos y servicios ambientalmente amigables.

Los inversionistas y las instituciones financieras están mostrando mayor interés por los aspectos ambientales, y para enfrentarse a nuevos riesgos requieren de información de las empresas sobre sus planes de gastos de capital, el efecto del cuidado del ambiente sobre sus utilidades, los pasivos potenciales, y su habilidad para hacer frente a los problemas actuales y futuros relacionados con el entorno.

También los empleados y los sindicatos representan una fuerza importante, que puede ejercer presión sobre las empresas, a fin de que éstas cuenten con procesos productivos y productos o servicios que no dañen o deterioren el ambiente, en atención a su propia seguridad y para la protección de la salud de la población en general.

Por último, el interés público y los grupos ambientalistas siempre han ejercido presión sobre las empresas, principalmente las contaminantes, por lo cual éstas deben establecer relaciones de trabajo más cercanas con tales grupos y velar por el interés de la sociedad en general, evitando prácticas empresariales y de producción que dañen o causen deterioro ambiental.

Como corolario, se puede decir que algunas de estas fuentes representan oportunidades para las empresas, que las motivan a mejorar su actuación respecto al cuidado del ambiente, mientras que otras actúan como amenazas contra la existencia misma de las empresas y, por lo tanto,

deben ser consideradas con detenimiento a fin de convertirlas en oportunidades de mejoras.

La conciencia ecológica y los cambios en la profesión contable

Tal vez el papel más importante del contador en las etapas iniciales del proceso de concientización ecológica de las organizaciones está en el desarrollo de sistemas de información, capaces de capturar los efectos que puede acarrearles la adopción de prácticas amigablemente ambientales, ampliando así el ámbito restrictivo que hasta el momento se le ha atribuido a la profesión: el de concentrarse sólo en cuestiones meramente financieras. Rob Gray (1990) argumenta que los contadores tienden a sobreestimar sus habilidades en el área financiera, para asignar números a los diversos aspectos de la actividad de los negocios, mientras que, al mismo tiempo, probablemente subestiman sus más importantes talentos como son el diseño, reconocimiento, evaluación y control de los sistemas informativos en una organización, ya que como Adams (1992) lo expresa de manera sucinta: “los sistemas y los controles son el pan de cada día de los contadores”.

Para que la profesión contable contribuya de manera significativa a la solución de la problemática ambiental será necesario que varios aspectos de la práctica contable sean examinados y discutidos de tal forma que puedan generar cambios tanto en el marco teórico-práctico de la profesión como en las políticas empresariales cuando así se requiera. El papel de la profesión contable deberá concentrarse entonces en lo siguiente (Adams, 1992):

- Llevar a cabo investigaciones en todos los aspectos en que se relacionan el ambiente, las finanzas de los negocios y la contabilidad financiera, proceso que se ha iniciado ya en otros países, pero aún no se tienen resultados concretos ni acordes. Algunas de las áreas potenciales, en las que se puede incursionar en la investigación, son por ejemplo las estrategias organizacionales para que las compañías cumplan con la legislación am-

biental; la manera cómo pueden involucrarse los negocios en la protección del ambiente y los beneficios que pueden obtener; los métodos para presentar la información relacionada con el ambiente, principalmente si deben o no incluirse dentro de los estados financieros tradicionales; los sistemas para incorporar los factores de costos ambientales dentro de la evaluación de proyectos de inversión; las actitudes de los empleados hacia los problemas ambientales; la auditoría de los impactos ambientales; el ámbito, la metodología y los informes de la auditoría ambiental; el efecto de los impuestos ambientales sobre las decisiones administrativas y los sistemas de información; la contabilidad ambiental y la contabilidad social, etcétera.

- Ampliar las responsabilidades éticas de los contadores, de tal manera que las actividades ambientalmente destructivas puedan ser identificadas y reconocidas como tales, y los individuos u organizaciones afectados o implicados reciban una adecuada asesoría sobre qué hacer o cómo actuar.
- Participar en el desarrollo de metodologías de auditoría ambiental. Esta es un área en la que el profesional de la contaduría puede desempeñar un excelente papel, por los conocimientos y habilidades que posee; el principal problema al que se enfrentará será definir qué es lo que debe ser auditado, y una vez establecido el objetivo de la auditoría ambiental procederá al establecimiento de la metodología apropiada lo cual no representará mayor problema.
- Asesorar y monitorear a las empresas en el cumplimiento de la legislación y los estándares ambientales establecidos no sólo por las leyes nacionales e internacionales sino también por los que forman parte de sus propias políticas ambientales.
- Incorporar la conciencia ambiental en los procesos educativos de las futuras generaciones de profesionales, principalmente en las áreas de administración financiera, en donde se desarrollen problemas al evaluar proyectos de inversión y en los que el hecho de determinar los costos relacionados con la protección del ambiente

pueda ser examinado a fondo; de auditoría avanzada, que incluya la de carácter ambiental como una forma especializada de auditoría, y en el marco teórico fundamental de la contabilidad (principios de contabilidad generalmente aceptados) para que se incluyan los requisitos de registro y presentación de las operaciones relacionadas con los aspectos ambientales.

Asimismo, para que la profesión contable pueda participar en los debates ambientales y contribuir a su solución, las empresas a las que sirve deben contar con:

1. Definiciones concretas de qué es lo que se debe medir y por qué (por ejemplo, las emisiones de contaminantes deben ser evaluadas conforme a la legislación ambiental en todos sus niveles).
2. Tecnología adecuada para medir y capturar la información necesaria.
3. Sistemas adecuados de información para registrarla y controles adecuados para asegurarse de que las acciones correctivas sean llevadas a cabo cuando así se requiera.
4. Sistemas de informe que permitan comunicar los datos que muestran la actuación de las empresas en el campo ambiental a quienes requieran dicha información, por ejemplo, el consejo de accionistas, los directivos, las autoridades gubernamentales, los empleados, entre otros.
5. Auditoría que proporcione evidencia sobre la confiabilidad de los datos proporcionados.
6. Apertura y voluntad para aceptar los datos estimados de costos, cuando la determinación exacta de éstos no se pueda realizar (por ejemplo, las especificaciones precisas o exactas del costo de una planta nueva que ha mejorado el aspecto ambiental y su amortización en varios periodos contables).
7. Compromiso de las organizaciones de aceptar la responsabilidad para efectuar los cambios que sean necesarios en sus procesos de producción o en sus sistemas generales de administración que permitan mejorar los aspectos ambientales.

Conclusión

En el presente documento se ha discutido que los problemas ambientales que afronta nuestro planeta representan una buena oportunidad para que la profesión contable y las empresas participen de manera activa y positiva en su solución. Esto requiere que tanto la contaduría como los negocios tomen en serio la parte de responsabilidad que les corresponde y efectúen los cambios necesarios para ayudar a ponerles remedio. El cambio más importante se dará en la medida en que los negocios tomen conciencia de lo primordial que es cuidar el ambiente y los recursos con que contamos, tanto naturales como hechos por el hombre, a fin de preservarlos para que nuestras generaciones futuras también puedan disfrutarlos. Los contadores por su parte, primero como individuos y luego como profesionales, deben tener un interés personal y legítimo por el futuro de nuestro planeta, y es relevante apuntar hacia las habilidades prácticas que estos profesionales han desarrollado a través de los años, como administradores, procesadores, originadores y verificadores de información. Los datos cuantitativos relacionados con la protección del ambiente son, en principio, similares a los datos organizacionales con los que normalmente trabaja el contador, por lo que no debe representar una tarea inalcanzable incorporar éstos a las prácticas contables.

Asimismo, los contadores, dentro de las organizaciones, tendrán que examinar la postura de la profesión contable desde el punto de vista de la protección al ambiente, discutir y sugerir las posibles maneras como puede contribuir directamente a crear una conciencia ecológica y motivarlas a convertirse en unidades ambientalmente responsables. Las organizaciones, por su parte, tendrán que modificar sus políticas y considerar los aspectos ambientales como prioritarios, en función de las fuerzas que han comenzado a ejercer presión para que sus productos y servicios sean ambientalmente amigables.

Por último, es necesario que la profesión contable cambie su tradicional enfoque teórico-práctico y permita la inclusión de los aspectos derivados de su vínculo con

el ambiente y reconozca la responsabilidad social que le corresponde en la solución de los problemas ambientales. 🌍

Referencias

- Adams, R. "The Accounting Profession: Why is the Environmental Debate of Interest to Accountants and Accountancy Bodies?", en D. Owen (editor), *Green Reporting. Accountancy and the Challenges of the Nineties*, capítulo 4, Londres, Inglaterra, 1992, Chapman & Hall, pp. 76-86.
- El Nacional*, artículo titulado "Dos mil empresas producen 80% de contaminantes", 20 de julio, Sección País, México, 1998.
- Gray, R. *The Greening of Accountancy: The Profession after Pearce*, Londres, Inglaterra, 1990, The Chartered Association of Certified Accountants. Certified Accountants Publications, Ltd.
- Houldin, M. "An Introduction to the Issues- An Overview", en R. Gray, J. Bebbington y D. Walters (editores), *Accounting for the Environment*, Part A, Londres, Inglaterra, 1993, publicado por The Chartered Association of Certified Accountants, Paul Chapman Publishing, Ltd., pp. 3-8.
- Hunter, C., y Green, H. *Tourism and the Environment*, Routledge, London and New York, 1995.
- Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, *Gaceta ecológica*, núm. 40, otoño de 1996, México, D.F.
- Romeril, M. "Tourism and the Environment: Accord or Discord?", *Tourism Management*, v. 10, num. 3, 1986, pp. 204-208.
- World Commission on Environment and Development (The Brundtland Commission). *Our Common Future*, Gran Bretaña, 1987, Oxford University Press.



¹ Proyecto apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con el nombre Impacto de la precipitación ácida en el deterioro de monumentos mayas mexicanos.

Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas¹

HUMBERTO BRAVO ALVAREZ, MARIA ISABEL SAAVEDRA ROSADO, RICARDO TORRES JARDON, PABLO SANCHEZ ALVAREZ, LAURA MARGARITA GRANADA MACIAS, ROGELIO SOTO AYALA Y JOYCE HARRIS

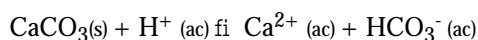
E

Introducción

L ANÁLISIS DE LA NATURALEZA QUÍMICA DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL HA SIDO tema de investigaciones internacionales en los últimos años, debido a los problemas potenciales que presenta este fenómeno de contaminación ambiental en diversos sistemas ecológicos y en materiales cuya constitución química es muy sensible al ataque de componentes ácidos. En años recientes se han informado numerosos testimonios sobre el efecto de la lluvia ácida en monumentos de gran valor histórico y cultural, construidos con materiales pétreos como la caliza y el mármol (NAPAP, 1992). Al aplicar este conocimiento al caso de los monumentos mayas, edificados básicamente con material calizo, surge la pregunta sobre si este potencial de deterioro se presenta hoy en dichos monumentos localizados en la península de Yucatán. Con tal interés, la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (SCA/UNAM) llevó a cabo una investigación enfocada a identificar la presencia de la lluvia ácida en un sitio receptor de masas de aire y lluvia de la región maya, así como su posible origen y el potencial de deterioro esperado sobre el material de construcción de estos monumentos.

¿Qué materiales están sujetos a degradación?

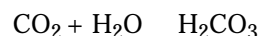
Todos los materiales expuestos a condiciones naturales extramuros están sujetos a diversos procesos de degradación, tanto por mecanismos naturales de intemperismo (disolución por lluvia natural, depositación de aerosoles marinos, ataque de microorganismos, etc.) como por contaminantes del aire. No obstante, en ambientes altamente contaminados, la combinación de estos dos mecanismos puede acelerar de manera notable el deterioro de materiales sensibles expuestos. Debido a su naturaleza química, la piedra caliza o carbonato de calcio, cuya fórmula es CaCO_3 , resulta altamente sensible a la presencia de soluciones acuosas ácidas. Una solución acuosa ácida es aquella en la que el contenido de iones hidrógeno o H^+ se encuentra en exceso con respecto a un valor de referencia. El efecto de estos iones H^+ sobre la piedra caliza es la disolución lenta de este material pétreo, la cual en términos químicos se representa por la reacción siguiente:



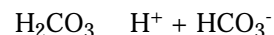
Ahora bien, se identifica como lluvia ácida a aquella precipitación pluvial cuya concentración de iones H^+ , expresada en unidades de pH, es menor a 5.65. El término pH es la abreviatura de “potencial del ion hidrógeno” y representa una medida del grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa. La magnitud de esta acidez o alcalinidad se determina con un medidor de pH, y la relación entre este valor y la concentración del ion H^+ es: $\text{pH} = \log [1/[\text{H}^+]]$.

La convención de definir con el término ácida a la lluvia que tiene un pH menor a 5.65 en forma diferente a lo que comúnmente se define como ácido en la química tradicional, y que es toda aquella solución acuosa que tenga un valor de pH menor a 7.0, se debe a que el agua presente en la atmósfera en forma de pequeñas gotas ya tiene cierta acidez natural. El agua en forma de rocío se encuentra en un entorno en el que existen otros gases en forma natural, tales como el bióxido de carbono (CO_2),

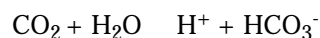
el nitrógeno (N_2) y el oxígeno (O_2). Dado que el CO_2 tiene la propiedad de ser soluble en agua y que se encuentra en la atmósfera en cantidades relativamente significativas, se llevan a cabo una serie de reacciones químicas entre este gas y el agua que conducen a la formación del ácido carbónico (H_2CO_3) que es un ácido débil:



Las flechas que aparecen en esta ecuación y que van hacia un sentido y hacia el otro indican que hay un equilibrio entre los reactivos y el producto, es decir, están coexistiendo en un mismo momento. Sin embargo, el H_2CO_3 , al ser un ácido débil, también coexiste en equilibrio con los productos de su disolución, de acuerdo con:



Conjugando estas dos ecuaciones, se obtiene la reacción neta:

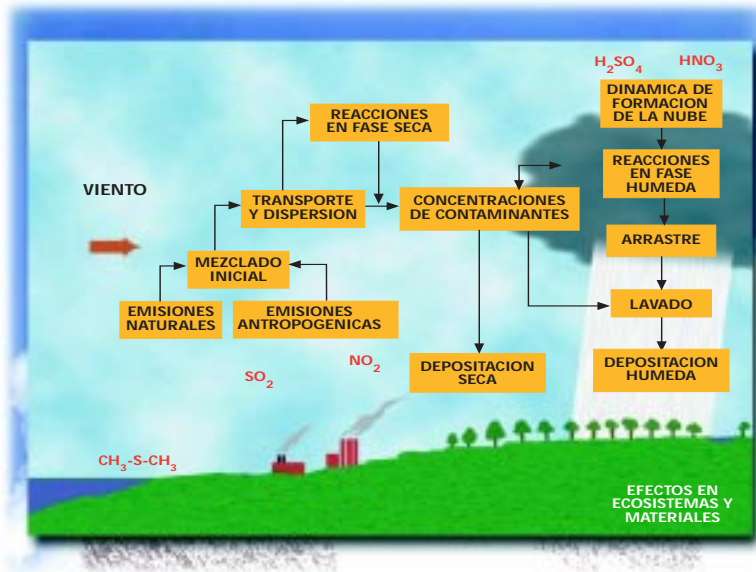


Esta ecuación indica que en las concentraciones naturales de CO_2 y agua en la atmósfera (las gotas de lluvia) se tendrá la presencia –en equilibrio o coexistencia– del ion H^+ y el ion carbónico (HCO_3^-), de tal forma que una lluvia “pura”, por naturaleza, tiene cierto grado de acidez. El valor de $\text{pH} = 5.65$ resulta de resolver las ecuaciones anteriores en términos de concentraciones y constantes de las velocidades de reacción involucradas.

Cuando el pH de la lluvia es menor al valor antes mencionado, significa que el contenido de iones H^+ aumentó con respecto a lo esperado naturalmente.

En los estudios de la química de la lluvia ácida, el contenido de iones H^+ se determina mediante las concentraciones (expresadas en equivalentes iónicos) de los aniones (principalmente sulfatos, nitratos, cloruros y ácidos orgánicos) y los cationes (sobre todo amonio, calcio, sodio, potasio y magnesio). Cuando la suma de las concentraciones de los aniones excede a la de las concen-

Ilustración 1. Mecanismos de formación de lluvia ácida*



* La escala del tiempo ha sido omitida con fines ilustrativos. Los procesos de formación de lluvia ácida implican escalas de horas a días.

traciones de los cationes, los iones H^+ (que actúan como cationes) complementan la diferencia para producir un balance iónico. De esta forma, a mayor concentración de iones H^+ , mayor el grado de acidez.

La hipótesis planteada en la investigación objeto de este artículo, es que bajo la presencia de lluvia ácida (exceso de iones H^+ con respecto al natural), el material calizo ($CaCO_3$) de los monumentos y ruinas mayas estará bajo un potencial de disolución significativo, y mientras más alta sea la acidez, mayor rapidez de deterioro se esperará en estos materiales. Los principales contribuyentes de iones H^+ en exceso a la concentración naturalmente dada por la disolución del CO_2 atmosférico en la lluvia son los ácidos sulfúrico (H_2SO_4) y nítrico (HNO_3), así como algunos ácidos orgánicos, todos ellos en concentraciones muy bajas. La presencia de éstos en la precipitación es consecuencia de la incorporación y transformación química de los contaminantes bióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno ($NO_x = NO + NO_2$) en las gotas de lluvia durante la formación de la nube o durante la caída de las gotas al ocurrir la precipitación (véase ilustración 1).

El mecanismo de formación de la nube es la ruta más importante para el desarrollo de lluvia ácida; sin embargo, los procesos químicos de formación de los ácidos no son inmediatos al contacto del SO_2 y los NO_x con las gotas de agua, sino que se requiere de una escala de tiempo de mezclado y transformación, que puede ir de varias horas a unos días. Por esta razón, los receptores de la precipitación ácida muchas veces se localizan a varios cientos de kilómetros de viento abajo de la zona donde las nubes en formación recogieron las emisiones de los contaminantes antes mencionados.

Cómo se llevó a cabo el muestreo de la precipitación

Dado que el principal objetivo de esta investigación fue determinar el potencial del efecto de la lluvia ácida en los monumentos mayas, se seleccionó un sitio receptor representativo de la zona para

el muestreo de la precipitación, de tal modo que permitiera identificar las características de esta lluvia, generada por las nubes que son transportadas hacia la península de Yucatán por las corrientes atmosféricas dominantes del mar Caribe y del Atlántico norte. Este sitio fue ubicado en la Estación Experimental del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en Puerto Morelos, Quintana Roo.

Para el muestreo de la lluvia se utilizó un colector automático de precipitación seca y húmeda (pluvial) operado por una batería de 12V, recargada por un panel solar. Las cubetas de colección empleadas se fabrican de polipropileno de alta densidad, el cual se considera inerte respecto a la composición original de la lluvia. El procedimiento para coleccionar la lluvia, su almacenamiento temporal (en botellas de material inerte tipo Nalgene bajo refrigeración y oscuridad) y su posterior envío y análisis (con medidor de pH y cromatografía de líquidos de alta presión) en las instalaciones de la SCA/UNAM en la ciudad de México, cumplieron con las recomendaciones del National Acid Precipitation Assessment Program (NAPAP) y la Agencia de Protección de los Estados Unidos (EPA, 1994) que estudian la lluvia ácida en Norteamérica. El periodo de muestreo

Distribución hipotética del promedio ponderado del pH y las concentraciones de iones, sulfato, nitrato y calcio en 1994 en lluvia de la región del Caribe*

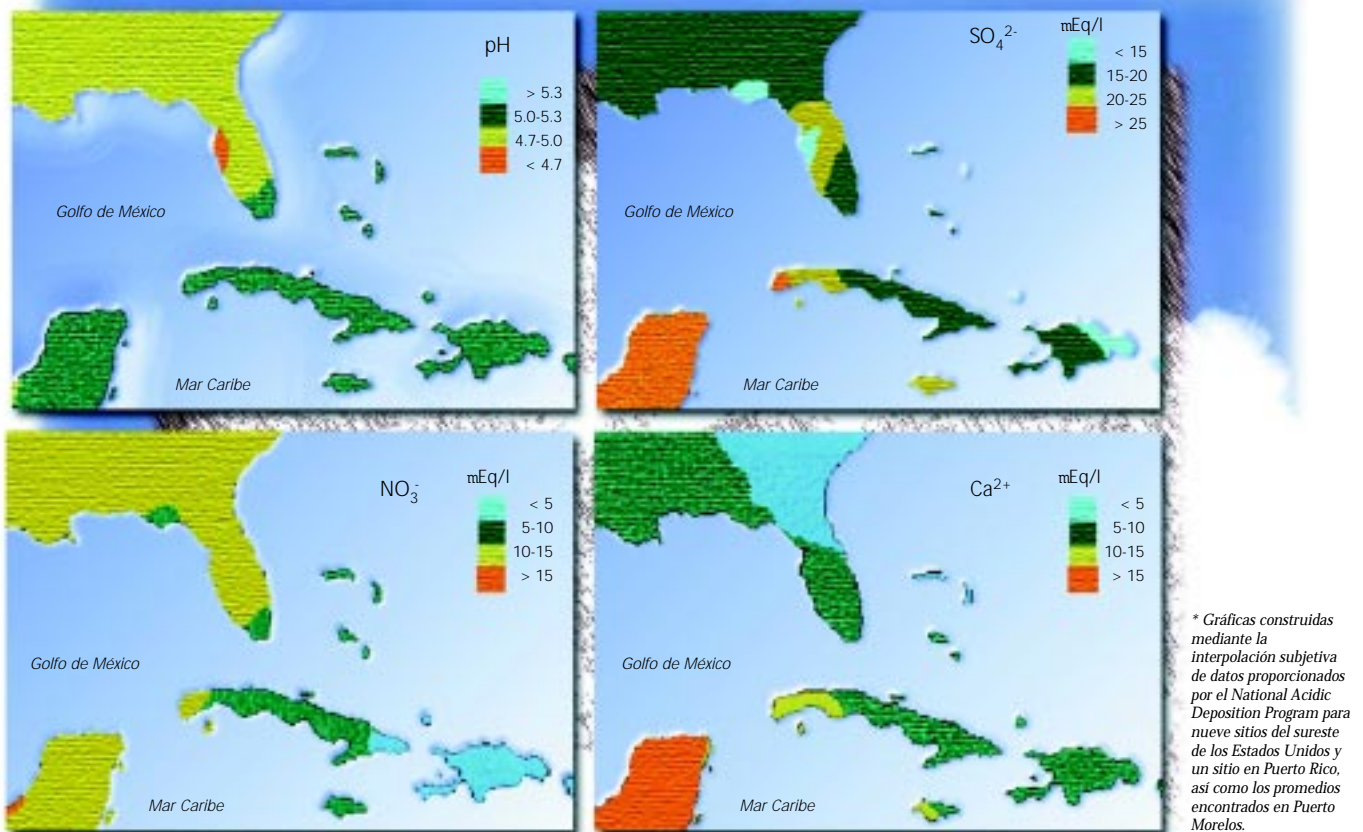


Ilustración 2. Localización de la estación de muestreo de lluvia ácida en Puerto Morelos, México.

Cuadro 1. Comparación entre el promedio ponderado del pH y de las concentraciones de iones (en mEq/l)^a en muestras de lluvia colectada en Puerto Morelos, México, con otros sitios representativos.

Parámetros	Sitios			
	Everglades, Florida ^b	El Verde, Puerto Rico ^c	Golfo de México ^d	Puerto Morelos, ^e México
pH	4.95	5.22	5.50	5.35
H ⁺	11.2	5.95	3.19	4.46
NH ₄ ⁺	7	2	16	6
Ca ²⁺	5	8	33	17
Mg ²⁺	5	15	31	28
K ⁺	2	1	3	5
Na ⁺	23	70	138	128
Cl ⁻	26	80	144	150
SO ₄ ²⁻	15	15	56	25
NO ₃	9	4	27	11

^amEq/l = microequivalentes por litro.

^bPromedio ponderado para lluvia en 1994. Fuente: National Atmospheric Deposition Program.

^cPromedio ponderado para lluvia en 1994. Fuente: National Atmospheric Deposition Program.

^dPromedio ponderado para lluvia en el Centro del Golfo de México, junio-agosto 1986.

Fuente: Parungo et al., Atmospheric Environment, 24A(1), pp. 109-123.

^ePromedio ponderado para lluvia colectada entre abril de 1994 y diciembre de 1995.

abarcó de abril de 1994 a diciembre de 1995, tiempo durante el cual se colectaron y validaron (en cuanto a la consistencia iónica de los resultados analíticos) 45 muestras de un igual número de casos de lluvia.

Hacia dónde nos condujo la presente investigación

El promedio ponderado del pH (respecto al volumen de lluvia asociado a cada caso) fue de 5.35. En general, la lluvia que se precipita en esta región del Caribe es ligeramente ácida, aunque poco más del 10% de las muestras presentaron un pH entre 4.5 y 5.0. En el cuadro 1 se presenta un cotejo entre la composición promedio ponderada de los aniones y cationes determinados para este lugar, con respecto a otros valores informados para otros sitios, y claramente se observa la relativa “limpieza” de la lluvia en Puerto Morelos al compararla con otros lugares. La ilustración 2 muestra una imagen idealizada de la distribución espacial de las concentraciones de varios iones en la lluvia de la región en estudio durante 1994.

Origen de la lluvia

Una primera apreciación que resalta de los promedios de los diferentes componentes de la lluvia colectada en Puerto Morelos (véase cuadro 1) es la alta concentración de los iones sodio (Na^+) y cloro (Cl^-), lo cual sugiere que en general la lluvia que se precipita en esta zona tiene origen marino. El análisis estadístico de correlación realizado entre cada uno de los promedios de los iones indica que por lo común hay una relativamente buena correspondencia entre los cationes Na^+ , magnesio (Mg^{2+}), y potasio (K^+) con los iones Cl^- y sulfato (SO_4^{2-}), y en menor medida con el catión amonio (NH_4^+), mientras que no se aprecia que exista correlación entre todos éstos con respecto a los iones H^+ y nitratos (NO_3^-), según puede observarse en la figura 1.

Con objeto de determinar el posible origen genérico de los iones contenidos en la lluvia se aplicó una técnica

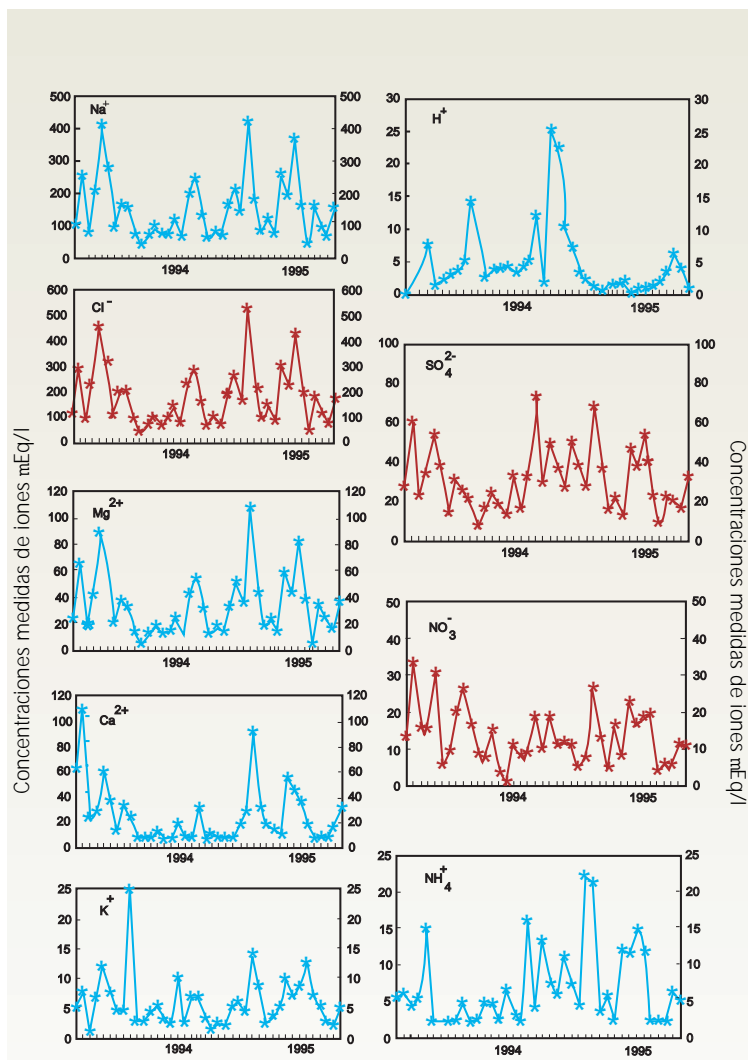


Figura 1. Distribución cronológica de las concentraciones de aniones (—) y cationes (—) en muestras de lluvia colectadas en Puerto Morelos, México.

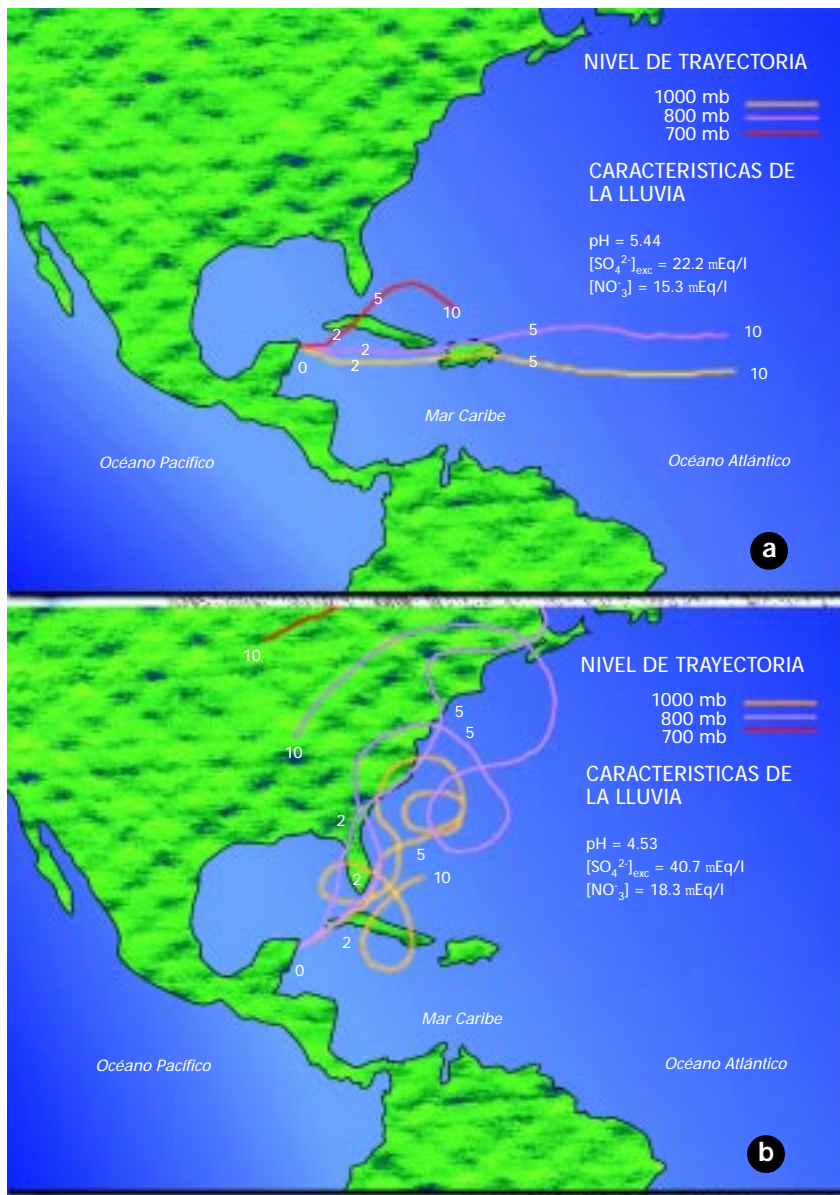


Figura 2. Características de la lluvia y trayectorias de retroceso de masas de aire que arribaron a Puerto Morelos los días 9 de agosto de 1994 (a) y 22 de noviembre de 1994 (b). Los números marcados sobre las líneas de las trayectorias indican los días de posición de las masas de aire antes de su paso por la región de estudio.

deductiva, basada en la comparación de las relaciones de las concentraciones de los diferentes aniones y cationes con respecto al ion sodio de las muestras de precipitación y a las correspondientes relaciones observadas en la superficie marina, de acuerdo con el procedimiento sugerido por Parungo *et al.* (1988). Los resultados confirman que la fuente primaria de los iones Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- y K^+ es marina, así como un porcentaje importante de los iones SO_4^{2-} (61%) y Ca^{2+} (33%). El porcentaje restante del calcio y los sulfatos en exceso presentan un origen distinto, lo mismo que prácticamente el total de los iones NO_3^- y NH_4^+ .

Diversos investigadores del fenómeno sugieren que la concentración de “fondo” o “natural” del ion SO_4^{2-} en

la lluvia del Atlántico norte es cercana a 10.0 mEq/l –microequivalentes por litro– (Galloway *et al.*, 1983; Casimiro *et al.*, 1991). La concentración en exceso de dicho ion, determinada en este estudio, fue de 9.7 mEq/l, lo cual indica que en general los sulfatos no representan un exceso importante, y además podrían ser de origen natural. La actividad biológica de las algas sobre la superficie marina genera compuestos orgánicos azufrados volátiles, como el sulfuro de dimetilo ($\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$), y estos compuestos son oxidados en el aire para posteriormente integrarse a las nubes en forma de ácido. Por otro lado, la casi nula presencia del ion NO_3^- de origen marino en las muestras de lluvia sugiere que su presencia es producto de la incorporación de NO_x en las nubes de origen por lo general an-

tropogénico. La concentración de “fondo” del ion NO_3^- sugerida por Casimiro y colaboradores (1991) para la lluvia en el Atlántico norte es alrededor de 2.8 mEq/l y la concentración de NO_3^- encontrada en Puerto Morelos fue de 11.59 mEq/l, lo cual indica un exceso de casi cuatro veces respecto al promedio informado sobre el Atlántico norte.

El exceso de ion calcio encontrado en las muestras de lluvia en Puerto Rico sugiere que las nubes, o bien las gotas de lluvia al precipitarse, se enriquecieron con partículas de suelo y roca, como CaCO_3 , y conjugando este hallazgo con lo anteriormente señalado para los nitratos, se propone que las nubes en general recogen emisiones de NO_x y polvo de la actividad antropogénica que se realiza en las diferentes islas del Caribe, en donde la emisión de SO_2 no es importante.

Con el fin de determinar cuál especie iónica participa con mayor fuerza en la ocurrencia de iones H^+ en exceso en la lluvia de Puerto Morelos, se determinó la correlación estadística entre los aniones SO_4^{2-} en exceso y NO_3^- con el catión H^+ , resultando valores de $r = 0.583$ en el primer caso y de $r = 0.016$ en el segundo, respectivamente. Esto sugiere que la relativamente débil acidez observada en la lluvia proviene sobre todo del exceso de los sulfatos en forma de H_2SO_4 y que los nitratos ya han sido neutralizados, según se infiere del cálculo de la relación de promedios ($[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{exceso}} + [\text{NO}_3^-]/[\text{H}^+]$) que tuvo un valor de 4.79. Si esta relación hubiese resultado cercana a 1, se podría decir que todos los iones de sulfato en exceso y los nitratos se encontraban en la forma de sus respectivos ácidos; sin embargo, dada la poca acidez y la relativa abundancia de estos iones en las muestras se sugiere que una gran parte de los mismos fue previamente neutralizada en las gotas de lluvia, quizá como sales de sulfato de amonio ($[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$) y nitrato de amonio (NH_4NO_3). El mecanismo de neutralización implica que los ácidos débiles presentes reaccionan con otros compuestos de carácter básico para neutralizarlos; es decir, las nubes que se precipitan en esta región del Caribe presentan cierto “envejecimiento” de más de un día con respecto a su formación, ya que tuvieron el tiempo suficiente para trans-

formarse en ácidos y neutralizarse en forma posterior con NH_3^+ presente en la atmósfera.

Análisis de trayectorias

Con el fin de determinar el posible origen de las emisiones de SO_2 y NO_x que se incorporan a las masas de aire y nubes que arribaron a la costa caribeña de la península de Yucatán se calcularon las respectivas trayectorias, empleando el GMCC Atmospheric Trajectory Program, desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (Harris, 1982). Este programa utiliza los datos de dirección y velocidad del viento, registrados a diferentes alturas de la troposfera por un gran número de estaciones de radiosondeo, distribuidas a lo largo del hemisferio norte, para calcular las trayectorias de “retroceso” que pudieron haber seguido parcelas de aire hipotéticas, localizadas a un nivel de altura constante antes de pasar por un sitio receptor de interés. Dichas trayectorias se denominan de retroceso, porque el cálculo consiste en ir tomando los diferentes datos de los radiosondeos, retrocediendo en el tiempo a partir de la fecha, la hora y el sitio inicial.

En general, de acuerdo con los resultados, las parcelas de aire que llegan al sitio de estudio tienen su origen aproximadamente varios días atrás sobre la región del Atlántico que se ubica sobre el trópico de Cáncer, al este-noreste de Puerto Rico y sur de las Bermudas. La figura 2a ilustra con un ejemplo el patrón típico de las trayectorias de retroceso para los niveles de altura de 700 mb ($\gg 3$ km), 850 mb ($\gg 1.5$ km) y 1000 mb ($\gg 0.2$ km) que arribaron a Puerto Morelos el 9 de agosto de 1994, y según este patrón, el posible enriquecimiento de NO_x y CaCO_3 de las nubes pudo ocurrir a su paso por las principales islas del Caribe, en donde no se cuenta con desarrollos industriales importantes pero sí existe actividad urbana y agrícola.

Sin embargo, en los casos en los que la acidez de la lluvia fue notable, las masas de aire tuvieron un origen generalmente continental. Por ejemplo, la figura 2b muestra las trayectorias de retroceso resultantes para el suceso



del 22 de noviembre de 1994 ($\text{pH} = 4.53$), y en ella se observa que las emisiones del este y el sureste de los Estados Unidos pudieron contribuir al enriquecimiento de SO_2 y NO_x de las parcelas de aire que posteriormente quedaron incorporadas a las nubes.

Deterioro potencial de la piedra caliza

Como ya se mencionó, existe un potencial natural de disolución de la piedra caliza a $\text{pH} = 5.6$, esperado para una lluvia limpia. Esto implica que, a lo largo del tiempo, los monumentos mayas tenderán a deteriorarse; sin embargo, bajo la presencia de valores realmente ácidos en la lluvia ($\text{pH} < 5.6$) podría esperarse un incremento acelerado y preocupante de deterioro en los detalles de estos monumentos.

Al aplicar los resultados de otros investigadores es posible aproximar el potencial de este deterioro. Tal es el caso de Reddy y colaboradores (1985) que alimentaron un modelo de simulación matemática para pronosticar la disolución geoquímica de la piedra caliza a la intemperie a diferentes valores ácidos de la lluvia, para obtener el incremento teórico que se esperaría, suponiendo que esta acidez se debiera a la presencia de ácido sulfúrico diluido. Sus resultados indican que el incremento en el deterioro esperado responde de manera exponencial a pequeños incrementos en la acidez de la lluvia, y si se suponen válidos los resultados de Reddy para el pH promedio ponderado de la lluvia en Puerto Morelos ($\text{pH} = 5.35$), el incremento en el deterioro por disolución esperado en los monumentos mayas resulta en un 0.36%. Sin embargo, no se puede esperar una respuesta lineal directa en el deterioro de la caliza, dado que el volumen de lluvia varía, y además la composición de la lluvia cambia con respecto a la época del año. Por ejemplo, se han informado valores de pH cercanos a 3.5 en sitios cercanos a Puerto Morelos

como Tulum (Bravo *et al.*, 1991), o incluso mayores a pH = 6.0. Por este motivo, la segunda etapa de la presente investigación, actualmente en desarrollo, involucra la simulación experimental de este efecto disolutorio, en una cámara de deterioro acelerado que fue construida con este objeto en el laboratorio de la SCA/UNAM y en la cual se exponen a condiciones artificiales de intemperismo y acidez de lluvia (diversas composiciones), muestras de caliza de la zona maya. Los resultados de este estudio serán difundidos una vez finalizado el experimento.

Conclusiones

El aspecto más relevante del presente trabajo es que, no obstante haberse detectado valores ácidos en la lluvia que se precipita en la costa caribeña de la península de Yucatán, el potencial de incremento al deterioro natural al que están expuestos los monumentos mayas, construidos con material pétreo calizo, no representa una condición alarmante bajo las circunstancias actuales. Sin embargo, el análisis de las correlaciones emisión-transformación química-transporte atmosférico-precipitación de la lluvia en esta zona, indica que, cuando el patrón de los vientos en la capa baja de la atmósfera proviene del continente americano, específicamente del sureste de Norteamérica, la acidez de la lluvia se incrementa. Por lo anterior, es necesario continuar con la vigilancia de este fenómeno, así como con la investigación relacionada con el efecto acumulativo de disolución en las condiciones químicas y ambientales de la precipitación en la zona maya. ●

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento a la Estación Experimental de Puerto Morelos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por la atención prestada en la colección de las muestras, así como a la señorita Leticia Valdez Barrón del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la propia UNAM, por el trabajo mecánico realizado.

Referencias

- Bravo, H.A.; M.I. Saavedra R.; P. Sánchez A.; R. Sosa E., y R. Torres J. "Impact of the Acid Deposition in the Decay of Mexican Mayan Monuments (preliminary study)". *Paper number 91-143.2*, 84th Air & Waste Management Association Annual Meeting, Vancouver, B.C., June, 1991.
- Casimiro, A.P.; M.L. Salgueiro, y V.T. Nunes. "Seasonal and Air-mass Trajectory Effects on Rainwater Quality at the South-Western European Border", en *Atmospheric Environment*, 1991, 25A (10), pp. 2259-2266.
- Environmental Protection Agency. "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems", v. V: *Precipitation Measurement Systems*, EPA/600/r-94/038E, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. April, 1994.
- Galloway, J.N.; A.H. Knap, y T.M. Church. "The Composition of Western Atlantic Precipitation Using Shipboard Collectors", in *Journal of Geophysical Research*, 1983, 88, 10, pp. 859-10, 864.
- Harris, J.M., "The GMCC Atmospheric Trajectory Program", *NOAA Technical Memorandum*, ERL-ARL-116. NOAA Environmental Research Laboratories, Boulder, CO. 1982, 30 p.
- NAPAP. "1990 Integrated Assessment Report". The U.S. National Acid Precipitation Assessment Program. The NAPAP Office of the Director, Washington, D.C., 1992, 520 p.
- Parungo, F.P.; H. Bravo A.; W.C. Keenne, y J.N. Galloway. "Ion Concentrations and pH of Rainwater", in *Air Chemistry Studies over the Gulf of Mexico*, NOAA Technical Memorandum ERL-ESG-29. Boulder, CO. February, 1988, pp. 93-106.
- Reddy, M.M.; S.I. Sherwood, y B. Doe. "Limestone and Marble Dissolution by Acid Rain", in *Proceedings of the Vth International Congress Deterioration and Conservation of Stone*, Lausanne, Switzerland, 1985, pp. 517-526.



*Del viejo, el consejo,
y del rico, el remedio*

(refrán español). "En el puerto".
1960. Fotografía de Juan Dolcet, en
Los sabios, tomada de [http://
www.artplus.es/foto/dolcet/
sabios.htm](http://www.artplus.es/foto/dolcet/sabios.htm).

“Quien no oye consejo no llega a viejo”

MINA KONIGSBERG FAINSTEIN

En los últimos años se ha puesto de moda el uso de antioxidantes para prevenir el envejecimiento. Es común encontrar cremas antioxidantes, alimentos antioxidantes e incluso vitaminas antioxidantes, pero ¿qué hay de cierto en todo esto? ¿Realmente las cremas o los alimentos antioxidantes nos van a ayudar a no envejecer? Antes de poder responder a esta pregunta habría que entender cuál es la relación entre el balance oxidación-reducción y el envejecimiento. Existen varias hipótesis que tratan de explicar este fenómeno, y una de ellas, bastante popular entre la comunidad científica, es la llamada hipótesis del envejecimiento por estrés oxidativo, que trataré de explicar a lo largo de este artículo.



El viejo que se cura, cien años dura

(refrán español) "Asilada".
Fotografía de Juan Dolcet, en
Los sabios, tomada de <http://www.artplus.es/foto/dolcet/sabios.htm>.

Radicales libres

Los seres vivos estamos expuestos a diversos factores que producen la formación de radicales libres, los cuales atacan a los componentes celulares y hacen que nos oxidemos. El radical libre es una molécula muy reactiva, a causa de la presencia de un electrón solitario en un orbital donde debería haber dos electrones con eje de rotación opuesto. Para estabilizarse, dicho radical libre necesita obtener un electrón de otra molécula, de manera que reacciona casi con lo primero que encuentra, rompiéndolo y arrancándole uno de sus electrones. Se dice que el radical libre que obtiene un electrón se “apaga”, pero al arrancar un electrón de otra molécula ésta se convierte a su vez en radical y queda “encendida”. El problema es evidente, cuando un radical libre se apaga es porque ha encendido a otro, de manera que esto se convierte en una cadena de sucesos muy difícil terminar. De aquí pueden surgir varias incógnitas: ¿de dónde viene el primer radical libre?, ¿qué efectos tienen los radicales sobre el organismo? y ¿cómo se puede terminar con una reacción en cadena de radicales libres?

Primero lo primero; de dónde vienen o cómo se producen los radicales libres. Existen muchos tipos de ellos y los más comunes son los que están relacionados con el oxígeno. Este elemento es muy reactivo y puede recibir un electrón para convertirse en lo que se conoce como el radical superóxido ($O_2 \bullet$), que es precursor de otra especie muy reactiva llamada peróxido de hidrógeno, o más familiarmente agua oxigenada (H_2O_2). El peróxido de hidrógeno en realidad no es un radical libre; sin embargo, por su estructura química puede atravesar las membranas celulares (a diferencia del superóxido) y generar nuevos radicales libres dondequiera que llegue, y por esa capacidad para generar radicales libres, se le incluye con este grupo de moléculas.

El agua oxigenada reacciona fácilmente con distintas moléculas, en especial con el hierro y el cobre para generar el radical más dañino de todos, conocido como hidroxilo ($OH \bullet$). Estas tres moléculas (superóxido, peróxido de hidrógeno e hidroxilo) son conocidas como especies

reactivas de oxígeno (ROS por sus siglas en inglés) y son los actores principales dentro de la hipótesis del envejecimiento por estrés oxidativo. Me imagino que para este punto el lector aún no tendrá claro de dónde provienen las ROS; sin embargo, ya estará pensando en no volver a ponerse agua oxigenada en las cortadas. El hecho es que el oxígeno, para convertirse en un radical libre, necesita recibir un electrón que puede provenir de diferentes fuentes externas al organismo, y como ejemplo se pueden mencionar las radiaciones, algunos fármacos y la nicotina del tabaco. Es importante aclarar que los electrones también pueden llegar de fuentes internas provenientes del metabolismo celular, como son algunos mecanismos de defensa por parte de los neutrófilos que nos protegen contra agentes infecciosos. Otro ejemplo, y una de las fuentes más importantes de radicales libres de manera natural, es la cadena respiratoria mitocondrial, que forma parte del mecanismo indispensable por medio del cual se utiliza el oxígeno que respiramos para obtener energía (véase “Respiramos por los pulmones o por las mitocondrias”, en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 144, enero-febrero, 1999). De manera que aunque no fumemos, no ingiramos drogas o no vivamos en la ciudad de México, el mismo oxígeno que respiramos forma radicales libres que nos van oxidando y envejeciendo. De ahí la paradoja del oxígeno, no podemos vivir sin él, pero mientras respiramos vamos envejeciendo.

Daños por especies reactivas de oxígeno

He mencionado que el envejecimiento se relaciona con el hecho de que los seres vivos nos oxidemos. Se oye bastante mal, pero en realidad ¿qué es lo que implica? Las especies reactivas de oxígeno atacan o rompen principalmente las membranas de las células (formadas de grasa o lípidos), las proteínas y el material genético (ADN), arrancándoles un electrón y dejándolos oxidados. Cuando las proteínas, el ADN y los lípidos se encuentran oxidados van perdiendo su función y pueden dar lugar a enfermedades cardiovasculares, artritis y cáncer, entre otros padecimientos. Si los daños pro-

ducidos por los radicales libres son muy severos, las células mueren y no tiene sentido hablar de envejecimiento; sin embargo, cuando el daño (específicamente en el ADN) es poco como para causar un efecto inmediato y no se repara, entonces se queda almacenado en el material genético y cuando la célula se divide el error se transmite a la siguiente generación celular. De manera que con los años los organismos tienden a acumular una gran cantidad de errores en el ADN, y el hecho de tener información genética defectuosa va llevando a que se produzca una pérdida o decaimiento en las funciones celulares. Así, cuando un organismo manifiesta una cantidad considerable de deterioro en su estructura y sus funciones se dice que ha envejecido.

Antioxidantes

Las células normalmente tienen sistemas que reparan los daños generados por las ROS, impidiendo que éstos trasciendan; sin embargo, dichos sistemas son muy costosos para la célula en cuanto a energía e infraestructura, pues mientras el organismo se encuentra en etapa de crecimiento, y hasta llegar a la edad reproductiva, vale la pena hacer el gasto en función de que se cumpla el objetivo de preservar la especie. Sin embargo, cuando el organismo ya no es capaz de reproducirse, el costo para los sistemas de reparación es demasiado alto y los daños se empiezan a acumular.

Aunado a los sistemas reparadores, que funcionan para corregir los daños generados por las ROS, existen otros que previenen dichos daños, ya sea inactivando las especies reactivas de oxígeno o protegiendo la célula contra ellas. Estos sistemas también se ven disminuidos con la edad. Muchos de dichos sistemas reparadores y protectores son conocidos como antioxidantes, porque aun cuando funcionen de manera diferente ayudan a mantener el equilibrio entre los estados oxidado y reducido (no oxidado) de las células. Si la cantidad de agentes oxidantes es tan grande que los antioxidantes son incapaces de mantenerlos a raya, o si la concentración de antioxidantes disminuye por alguna razón, el equilibrio se desplaza ha-



*Más sabe el
diablo por viejo
que por diablo*

(refrán español). Fotografía de José Miguel Revuelta, tomada de <http://www.artplus.es/foto/revuelta/patan.htm>



*Vieja que baila,
mucho polvo
levanta*

(refrán español) "Asilada". Fotografía de Juan Dolcet, en Los sabios, tomada de <http://www.artplus.es/foto/dolcet/sabios.htm>.

cia el estado oxidado y entonces se dice que la célula se encuentra en estrés oxidativo.

Algunos de los antioxidantes con los que cuenta la célula son enzimas como la superóxido dismutasa o las catalasas, moléculas como el glutatión y vitaminas como la E y la C. Ahora sí, llegamos por fin a la pregunta planteada al inicio del artículo, ¿Puede el consumo de antioxidantes ayudarnos a no envejecer? La respuesta a esta pregunta es sí y no. Existen moléculas capaces de hacer que una célula no envejezca y nunca muera; sin embargo, al convertir la célula en “inmortal”, ésta empieza a perder sus funciones y a transformarse hasta convertirse en un cáncer. La naturaleza se defiende así de la intrusión de la ciencia, pues un grupo de células inmortales generará un cáncer que terminará por matar al organismo.

Si replanteamos la pregunta y ahora nos cuestionamos si el consumo de antioxidantes puede ayudarnos a envejecer más lentamente, la respuesta de nuevo será sí y no. Se ha demostrado que algunos antioxidantes logran prolongar la viabilidad celular, especialmente cuando vienen a sustituir a los antioxidantes naturales que se pierden por la edad o por alguna otra razón. Sin embargo, existe un límite en la utilidad de tales antioxidantes y pasando este límite ellos mismos pueden llegar a ser fuente de radicales libres, como es el caso de la vitamina E.

Ha salido al mercado gran cantidad de productos que prometen la belleza y la juventud eterna, pero yo en lo personal me atrevería a desconfiar de la mayoría de ellos, en especial de las cremas, considerando sumamente difícil que este tipo de moléculas antioxidantes penetren a través de la piel. De cualquier manera se ha demostrado que con tomar cinco raciones diarias de frutas y verduras frescas es suficiente para mantener los niveles deseables de antioxidantes. Una excepción a esto son las personas que fuman, quienes deberían tomar tres veces más vitamina C que las que no lo hacen, debido a que la nicotina del cigarro es causa de que se consuman con mayor rapidez las reservas de esta vitamina, y así, tal vez las personas que vivimos en la ciudad de México deberíamos hacer lo mismo.

Por siglos y milenios el hombre se ha intrigado por el

inicio y el fin de las cosas, especialmente de la vida. La muerte ha sido siempre un fenómeno que apasiona y aterrera al mismo tiempo, y pocos son los que en la época actual quisieran tener una muerte heroica en alguna batalla épica, una muerte trágica al estilo de las obras de Shakespeare o de manera más contemporánea en un accidente de tránsito. La mayoría de las personas en nuestras sociedades occidentales quisieran llegar a ser unos ancianos totalmente arrugados y morir con placidez en su cama a la edad de 100 años. Sin embargo, esto es sólo una verdad a medias, ya que aun cuando gran cantidad de personas desearía vivir 100 años, pocas son las que aceptan con facilidad que para eso deben soportar un lento e implacable deterioro de las funciones celulares, incluyendo el hecho de estar arrugados y envejecidos. Se trata más bien de una cuestión social, en la que ya no se considera a los ancianos con respeto, como fuentes de sabiduría y experiencia, que se encuentran en un sitio pri-

Cuando hay santos nuevos, los viejos no hacen milagros

(refrán venezolano). Fotografía de Diana Frey, tomada de <http://www.fotomundo.com/galeria/galerias/asilo.htm>



vilegiado de la sociedad al cual aspiramos llegar en algún momento, sino como personas marginadas e improductivas. Sin embargo, por más que nos pongamos cremas embellecedoras y tomemos litros de jugo de naranja o ingiramos kilos de coquecitas de Bruselas o de brócoli, no hay manera de evitar el envejecimiento, y si tenemos suerte todos llegaremos al mismo destino. Así, que valdría la pena empezar a reivindicar el lugar de los ancianos en nuestras modernas sociedades occidentales, porque si nos va bien, algún día llegaremos a ser viejitos arrugados. 🌀

Agradecimientos

Quiero expresar mi reconocimiento a los doctores Alejandro Zentella D. y Concepción Gutiérrez R. por sus atinados consejos y críticas, lo mismo que a la bióloga experimental Norma López D.G., quien me ayudó a encontrar las fotografías y refranes, por su incondicional apoyo.

Bibliografía

- Ames, B.M.; M.K. Shigenaga, y T.M. Hagen. "Oxidants, Antioxidants and the Degenerative Disease of Aging", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, núm. 90, 1990, pp. 7915-7922.
- Hartman, D. "Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry", *J. Gerontol.*, 11, 1956, pp. 298-300.
- Halliwell, B., and M.C. Gutteridge. "Oxygen Toxicity, Oxygen Radicals, Transition Metals and Disease", *Biochem. J.*, 219, 1984, pp. 1-14.
- Rikans, L.E., and K.R. Hornbrook. "Lipid Peroxidation, Antioxidant Protection and Aging", *Biochi. Biophys. Acta*, 1362, 1997, pp. 116-127.
- Wiseman, Helen, and B. Halliwell. "Damage to DNA by Reactive Oxygen and Nitrogen Species: Role in Inflammatory Disease and Progression to Cancer", *Biochem. J.*, 313, 1996, pp. 17-29.
- Yu, B. P. *et al.* "Can Antioxidant Supplementation Slow the Aging Process"? *Biofactors*, 7, 1998, pp. 93-101.

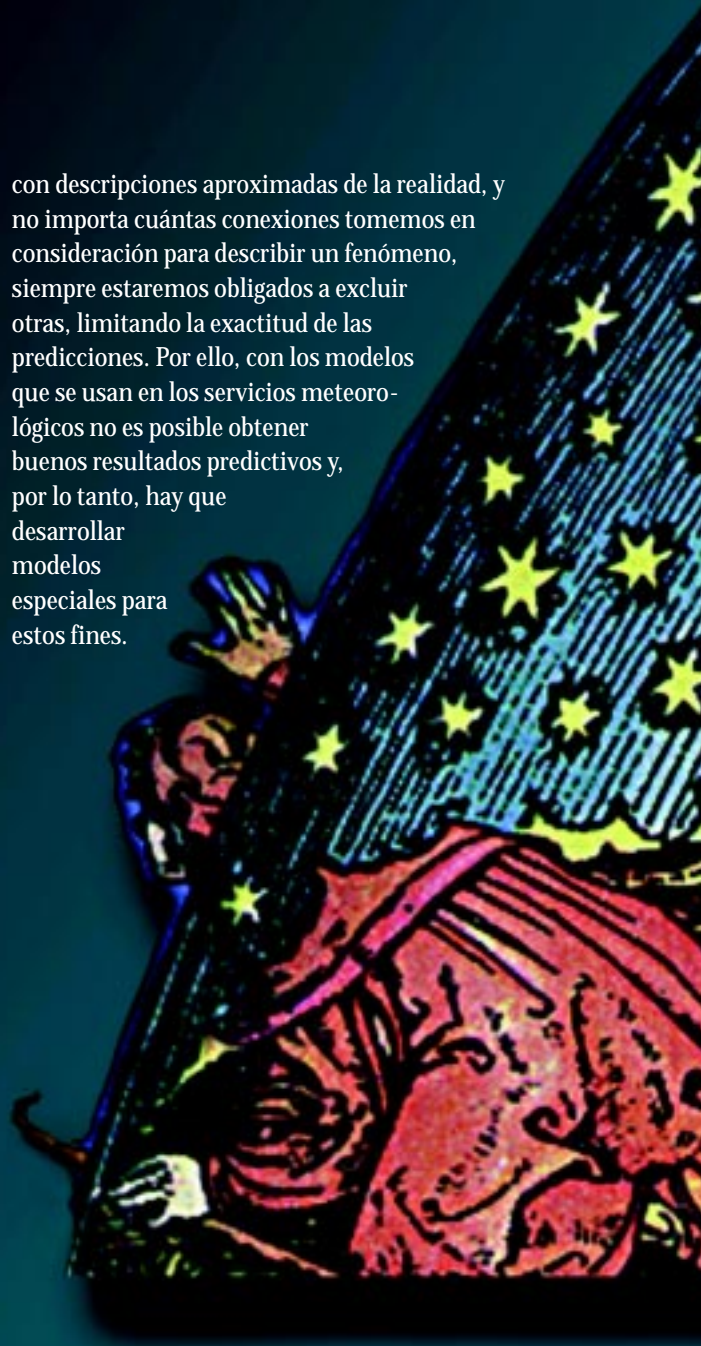
Pronóstico y *naturaleza*

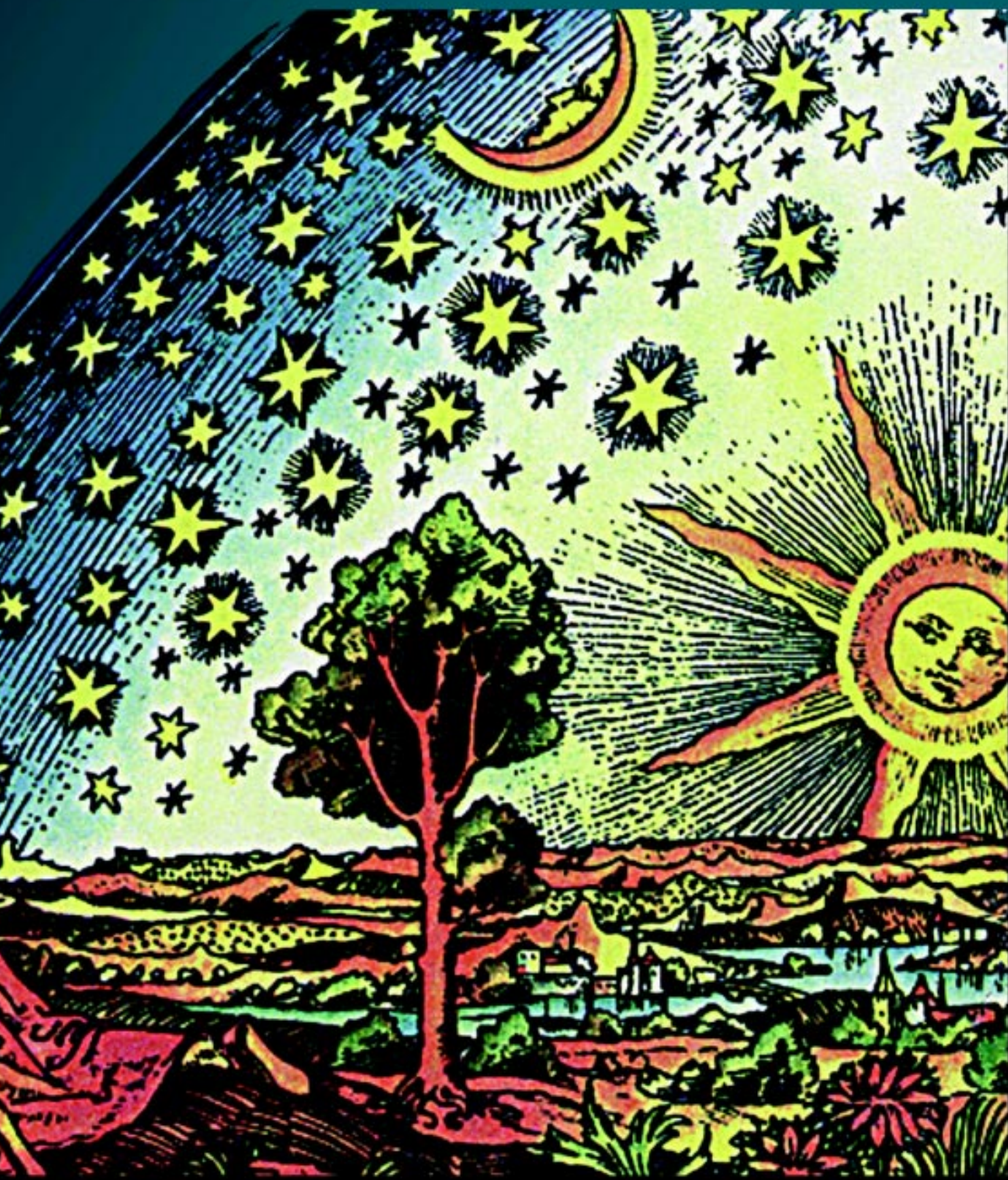
WALTER RITTER ORTIZ, PEDRO A. MOSIÑO Y RAFAEL PATIÑO MERCADO

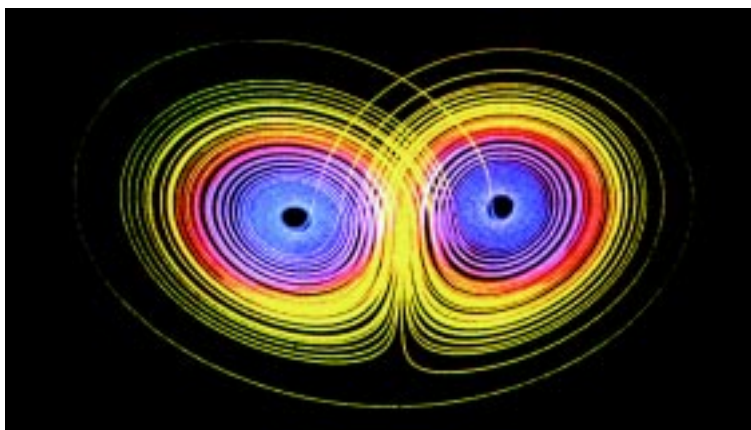
Introducción

LA MECÁNICA DE NEWTON, CON tres siglos ya de antigüedad, proporciona una teoría vital que sigue siendo empleada en toda clase de formas en que se elaboran y anticipan trayectorias, ya sea de planetas, misiles o satélites y funciona con increíble exactitud, por lo que continúa utilizándose de manera cotidiana; es decir, para describir trayectorias de sistemas sencillos que consisten en un número muy pequeño de cuerpos en movimiento, la física de Newton es de gran utilidad. Pero este determinismo a menudo resulta irrelevante en el mundo real, donde es imposible poseer un perfecto conocimiento de la forma como se comporta un sistema complejo, que comprende muchos cuerpos. Pero ¿en cuál de estos dos grupos deben ser clasificados los sistemas meteorológicos? Por desgracia, en una abrumadora mayoría de casos, tales sistemas meteorológicos muestran que la más leve incertidumbre en la descripción de las condiciones iniciales, conducirá irremediablemente a futuros muy distintos, liquidándose de esta manera el sueño determinista de la meteorología. Así, por ejemplo en la predicción dinámica de la presencia de un evento clásico de “El niño”, tanto las leyes físicas como las condiciones iniciales (para ser manejables) deben reducirse en sus parámetros, incluyendo en ocasiones algunos de los efectos determinantes (aún desconocidos) o más importantes, ya que en la ciencia siempre tratamos

con descripciones aproximadas de la realidad, y no importa cuántas conexiones tomemos en consideración para describir un fenómeno, siempre estaremos obligados a excluir otras, limitando la exactitud de las predicciones. Por ello, con los modelos que se usan en los servicios meteorológicos no es posible obtener buenos resultados predictivos y, por lo tanto, hay que desarrollar modelos especiales para estos fines.







El atractor de Lorenz.

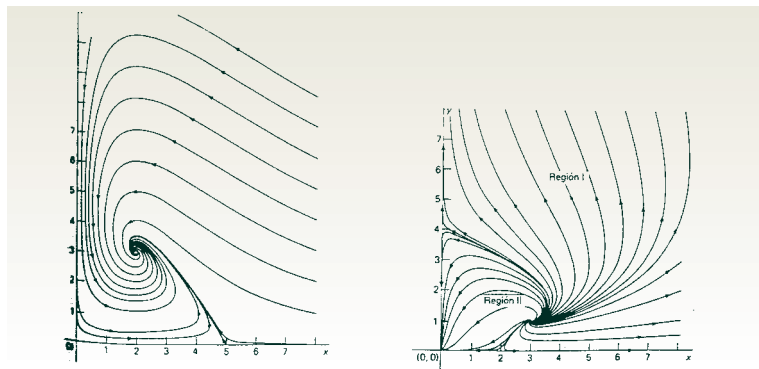
Popper acusaba a la astrología de no ser científica porque no aceptaba que las fallas de sus predicciones censuraban su verdad y existencia, pero Kuhn señala que los meteorólogos nunca abandonan sus teorías cuando no realizan pronósticos exactos. Sin desechar sus hipótesis básicas continúan trabajando en ellos con sólo realizar pequeños ajustes de sus modelos. La dinámica de fluidos, la meteorología y la ecología utilizan modelos matemáticos cada vez más elaborados e ininteligibles, que deben ser corregidos de continuo con nuevos agregados, para poder representar y explicar el fenómeno en estudio. Sin embargo, los sistemas no lineales (climáticos y biológicos) sólo pueden ser descritos por la interacción de sus variables y no por la mera adición de ellos, variando drásticamente ante cambios mínimos en sus componentes. Las ecuaciones relativistas de Einstein, al igual que las de la meteorología, son también no lineales, y es posible realizar con ellas predicciones cuyos resultados han sido completamente probados (englobando y rebasando la teoría lineal de la gravitación de Newton). Los investigadores en cibernética se han concentrado también en el estudio de los fenómenos no lineales, como bucles de retroalimentación y redes neuronales, que son el lenguaje matemático adecuado para una teoría coherente de los sistemas vivos. La red se reconoce como el patrón general de descripción de la vida, es decir, donde quiera que encontremos sistemas vivos podremos observar que sus componentes están dispuestos en forma de redes capaces de autoorganizarse, y con esta autoorganización aparecen de manera espontánea nuevas estructuras y nuevos modos de comportamiento (en sistemas abiertos alejados del equilibrio), caracterizados por bucles de retroalimentación interna y descritos matemáticamente en términos no lineales.

Con todo lo anterior debemos aceptar que el universo en que vivimos es inestable y por eso evoluciona. El ca-

rácter aleatorio de todo pronóstico parecería deberse sencillamente a la imposibilidad de dominar todos los parámetros significativos. Sin embargo, no por el hecho de que el sistema sea complicado su comportamiento es imprevisible; existen sistemas muy simples cuyo comportamiento es también muy complejo; así, por ejemplo, Lorenz ha reducido la multitud de ecuaciones que rigen la evolución de la atmósfera a sólo tres y demostró que este modelo reducido conservaba la complejidad casi infinita del original. Lorenz trató de crear un modelo matemático del flujo atmosférico del clima, tan sencillo como fuera posible y que al mismo tiempo respetara los aspectos físicos esenciales. Utilizó ecuaciones no lineales acopladas con el mínimo requerido, surgiendo un atractor extraño, el cual tiene la propiedad de hacer decaer el sistema o atraerlo a un estado final, no periódico y extremadamente complejo, así como caótico y pseudoaleatorio, que aparece como la solución de un conjunto de ecuaciones determinísticas, (Ian Stewart, 1989-1992), y da lugar al descubrimiento del caos determinista. Todos estos obstáculos nos aseguran que las soluciones que podamos encontrar conllevan una simetría especial, o bien una idealización, que simplifica y vence el número de ecuaciones que debemos resolver. Si utilizamos mayor rigor y profundidad de análisis al observar a los sistemas vivientes empezaremos a entender nuevas formas de interpretar sus fluctuaciones y cambios; en dichos sistemas el orden y la forma son creados, no mediante controles complejos, sino por la presencia y guía de unos pocos principios y fórmulas, e incluso en la búsqueda de nuestros orígenes, se posee una dimensión que ninguna fórmula puede captar, ya que la vida resultante de la evolución de la materia no es fruto del azar, pero tampoco podemos afirmar que la materia “inventa”, que la naturaleza “fabrica” o que el universo “sabe”.

Se tiende a clasificar las ciencias al pretender analizar la composición de las formas (topología), y la de la materia (química y física), señalándose que las formas son totalidades que se perciben unitariamente y de golpe. Desde el punto de vista sistémico, la comprensión de la vida empieza con la comprensión del patrón organizativo, y por ello la meta de Einstein era la de formular la física

Algunas trayectorias reales del sistema depredador-presa de la expresión.



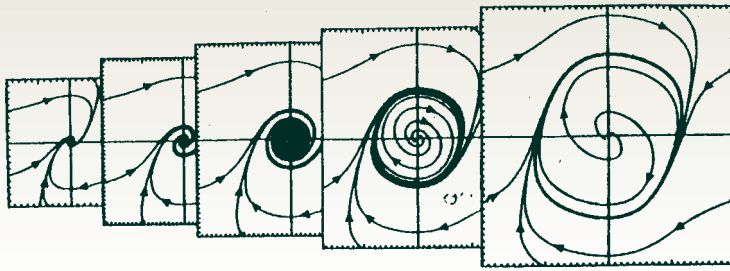
como una geometría de la naturaleza. Así la teoría del caos también convierte los números en figuras geométricas en un área imaginaria llamada espacio de fases. Existen formas sencillas para conducir estas organizaciones con menores esfuerzos y tensiones, y la naturaleza, por medio de los fractales, nos enseña cómo crear diversas e intrincadas formas utilizando tan sólo unos pocos principios básicos, y se ha pensado que las espirales tan comunes en ella describen una forma general y profunda de cambio, que llega a la disipación y luego a un nuevo ordenamiento, pero ¿estas formas cómo son el resultado de una sabiduría colectiva manifestada en la naturaleza, que expresa intuiciones de totalidad, orden, simplicidad, azar y previsibilidad al buscar el entrelazamiento y desarrollo de las cosas? Ahora sabemos que hay límites a las respuestas que puede dar la ciencia, y a las cosas que podemos conocer y que lo que podemos percibir es sólo una fina tajada de lo que existe y, sin embargo, persistimos en suponer que se encontrarán las respuestas a nuestras preguntas y que la ciencia nos hará este trabajo un día de estos.

En general observamos que cuanto más comprensible se nos hace el universo, tanto más sin sentido parece también y, como señalaba Santayana: “Puede haber cosas irracionales, puede haber hechos innegables, puede haber abismos oscuros ante los cuales la inteligencia debe permanecer en silencio por temor a enloquecer.” Sin embargo, el rasgo distintivo de la buena filosofía debe consistir en comenzar con una observación trivial y deducir de ella conclusiones tan extraordinarias que no se puedan creer. Lo cierto es que la realidad está hecha de ideas y los misterios de la ciencia moderna no son de manera alguna tan esotéricos como los misterios matemáticos de las ciencias físicas. No obstante, los problemas más importantes a los que se enfrentan estas ciencias quizá no sean asunto de hallar soluciones a dichos misterios, sino de reconocer la complejidad y quizás inaccesibilidad de tales soluciones, relacionadas con el estado actual de nuestro conocimiento. Así también, la elección de un lenguaje para hablar de la matemática no es tanto una cuestión de qué lenguaje es el correcto sino de cuál es más conveniente en un contexto determinado.

1. Capacidad de predicción de la física newtoniana y situación actual del pronóstico meteorológico

Las leyes de la termodinámica no son tanto una ley como una predicción estadística y, asimismo, casi todas las leyes físicas han resultado también predicciones estadísticas y no principios inviolables, por lo que podríamos decir, además, que casi todos los experimentos más importantes de este siglo se han sacado de la imaginación y no del laboratorio. Un excelente ejemplo de las relaciones que se dan entre diferentes niveles de conceptos y entre éstos y el mundo real es el campo de la termodinámica. Este hecho es utilizado por Adem (1964), para desarrollar un modelo termodinámico del clima, imprimiendo por primera vez dentro del campo de la climatología una visión holística, dinámica e integradora, cuyas bondades de simulación y pronóstico presentan muchas ventajas sobre otros, para preferirlo en aplicaciones prácticas en muchos campos de la ciencia. Adem, sin embargo, no deja de apuntar que no importa qué tan complejos parezcan los modelos, pues éstos son extremadamente simples si se comparan con la complejidad observada en la naturaleza. Todo lo que la termodinámica afirma se puede demostrar de manera estadística, al menos en lo fundamental. La termodinámica no es más que una forma macroscópica de la estadística, y ambas se ocupan, en lo general, del mismo objeto, pero lo tratan con métodos diferentes; la primera utiliza sus conceptos fundamentales, acoplándolos en unas pocas leyes y deriva una gran serie de fenómenos, en cambio la estadística aplica sus conceptos a gran número de partículas homogéneas en movimiento y llega a conceptos complicados, que luego se coordinan con los conceptos termodinámicos, explicando de esta manera la misma materia pero con un grado de exactitud mayor.

Los conceptos de información y entropía se relacionan con la termodinámica, tendiendo a convergir y llevándonos a una teoría más general que prácticamente lo abarca todo. Predicciones detalladas de los métodos numéricos iterativos, aun para cuando se tenga la informa-



Inicio de una vibración, o cómo se vuelve periódico un estado estacionario. El mecanismo se conoce como bifurcación de Hopf: un sumidero pierde estabilidad y se convierte en una fuente, emitiendo un círculo límite (reproducción tomada de John Williams & Son Ltd.)

ción perfecta, no van más allá de un par de semanas, ya que la atmósfera es un fluido turbulento y caótico, el cual olvida fácilmente su estado inicial, pero la atmósfera no está sola, interacciona con el suelo, la vegetación, el hielo y los océanos; éstos ejercen una influencia a largo plazo en la circulación atmosférica, confiriendo cierto grado de previsibilidad. En efecto, la atmósfera permanece caótica, pero alrededor de un estado medio (el océano) evoluciona de forma relativamente previsible, lo que se puede utilizar para mejorar nuestros pronósticos a largo plazo. El uso de análogos de situaciones similares en el pasado como guías para pronósticos del futuro como son las tendencias a largo plazo, teleconexiones, ecuaciones de regresión, funciones ortogonales empíricas, contingencias climatológicas (indicando probabilidades de ocurrencia después de observadas ciertas condiciones atmosféricas), el uso de anomalías en la cubierta de nieve, la temperatura superficial oceánica y la humedad del suelo (para determinar probables patrones de forzamiento y estabilización) se siguen utilizando, en tanto no se tenga el método numérico de pronóstico adecuado y confiable.

Las ecuaciones que rigen la circulación atmosférica y de las que, por lo tanto, depende el clima, tienen como propiedad la inestabilidad exponencial, en la que sí modificamos ligeramente su condición inicial, este cambio ínfimo tendrá sólo pequeñas consecuencias en los primeros instantes, pero tenderá a amplificarse en el tiempo a un ritmo exponencial. Esto quiere decir que si se pretende prever lo que pueda ocurrir es menester realmente tener en cuenta todo lo que nos rodea. Von Neumann se dio cuenta de las limitaciones de esta manera de encarar las cosas y comprendió que la índole de las ecuaciones, respecto a las condiciones iniciales impediría siempre todo pronóstico preciso a largo plazo, y pensó que de poder modificar dichas fluctuaciones, controlándolas mientras son pequeñas, podríamos también controlar el futuro del clima, y afirmaba que probablemente fuera más fácil dirigir el tiempo que preverlo. La inestabilidad exponencial impide toda previsión cuantitativa a largo plazo, pero no excluye previsiones de orden cualitativo, incluso en plazos mucho mayores. Así, es de observarse que aun cuando con-

diciones geográficas semejantes producirán similares efectos climáticos, es imposible decir lo mismo de sus condiciones atmosféricas. La naturaleza es inexorablemente no lineal y la meteorología se ha concentrado en las ecuaciones lineales por el único motivo de que no se conocía y ninguna otra cosa se podía resolver. Buscábamos en la parte más iluminada y no necesariamente en donde se encontraba la solución. Al aparecer la teoría del caos, se estudiaron estructuras irregulares existentes en el mundo natural, y se ha descubierto que en ciertos sistemas deterministas se producen comportamientos que, por su aparente aleatoriedad, son del todo impredecibles. Pero en la actualidad, se sabe bastante acerca de ciertas situaciones que generan caos, y de ellas se pueden derivar cuestiones como atractores extraños (al romperse un estado regularmente oscilante, regido por ciclos límite y periódicos) o estados estacionarios independientes del tiempo, gobernados por atractores de punto fijo. Sin embargo, es de gran interés observar que las ecuaciones de la teoría cuántica, que tienen una interpretación estadística, no han revelado caos alguno hasta el momento. La solución de este importante enigma sin resolver podría brindar una comprensión más profunda del vínculo entre el mundo estocástico y el determinístico.

2. Dinámica general de los sistemas productivos y situación actual de su pronóstico

En los primeros pasos del desarrollo de un ecosistema, las especies predominantes producen gran cantidad de información y necesitan menor cantidad de energía para mantener estas estructuras. Sus interrelaciones o canales de comunicación funcionan en promedio de manera más eficiente, permiten el mantenimiento de la misma biomasa con un suplemento menor de energía o de una biomasa mayor con el mismo suplemento energético, y la única limitante a este cambio progresivo es la interferencia del ambiente físico. Un ecosistema que no está sujeto a perturbaciones fuertes del exterior cambia de manera progresiva, pronosticable y direc-

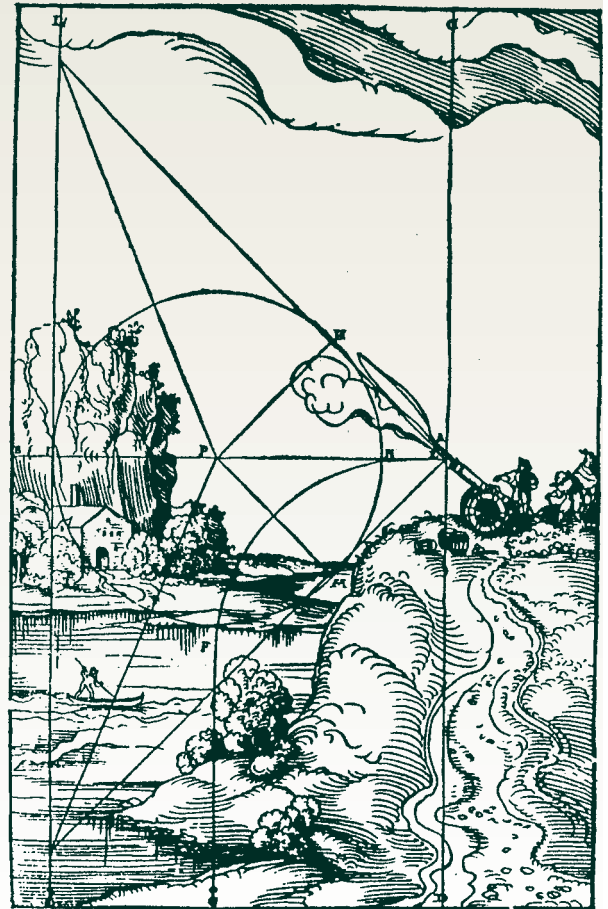
Teoría medieval del movimiento de un proyectil como mezcla de movimientos en línea recta y circular: el diagrama de la trayectoria se debe a Tartaglia; aquí se ha sobrepuesto a un paisaje en Der Geometrischen Buchsenmeisterey de Walter H. Riff.

cional, haciéndose más maduro, con incrementos de la complejidad de su estructura y disminución del flujo de energía por unidad de biomasa. En el caso de ambientes fluctuantes, el ecosistema estará compuesto de especies con alta razón reproductiva y menores requerimientos especiales, con menor diversidad y menor complejidad, mientras que su flujo de energía por unidad de biomasa permanece relativamente alto. El equilibrio no es el destino ni el objetivo de los sistemas vivos, simplemente porque como sistemas abiertos están asociados a cambios y fluctuaciones de su entorno.

En los primeros pasos del desarrollo de un ecosistema, las especies predominantes producen gran cantidad de crías, la mayoría de las cuales muere, porque son vulnerables a los cambios del ambiente y hay un uso ineficiente de la energía en su producción y sobrevivencia, observándose que el número total de pobladores con derecho a vivir en un lugar y tiempo determinados está dado por dicho entorno, de acuerdo con su capacidad de sostén del sistema o el número de espacios o nichos que ofrece el medio. En esta etapa temprana, dicho medio desempeña el papel dominante y ejerce extrema presión en la selección de las especies, pero al madurar el ecosistema desarrolla su estabilidad interna en coherencia con el entorno, que a su vez crea las condiciones para soportar un uso más eficiente de la energía y la protección que éste demanda. En la evolución de estos sistemas dinámicos se ha observado que es el desequilibrio la condición necesaria para el crecimiento del sistema; es decir, que como sistemas abiertos usan el desequilibrio para evitar el deterioro, llamándoseles “estructuras disipativas”, porque desvanecen la energía a fin de encontrar nuevas formas de organización, motivo por el cual también se les conoce como sistemas autoorganizativos.

Un ecosistema con estructura compleja es rica en la relación productividad/biomasa; es el metabolismo por unidad de biomasa, cuya tasa de cambio resulta negativa a lo largo de la sucesión. El cociente biomasa/productividad puede definirse como la cantidad de información que puede ser mantenida con un gasto definido de energía potencial, tomando la información en el sentido de

Die new Buchsenmeisterey



algo a lo que la vida ha llegado mediante una serie de decisiones y que influye de una u otra manera en posibles futuros eventos. La “entropía organizacional” será una medida del costo energético por unidad de desarrollo y puede extenderse para cubrir un amplio rango de ambientes, a costa de ir reduciendo la eficiencia de su óptimo, en el que la noción de “grano” procede del tamaño de los parches ambientales. Si el parche es lo suficientemente grande y uniforme, el grano será “grosso”, mientras que si los parches son pequeños, de tal forma que el individuo se mueve en varios de ellos, tendremos un ambiente de “grano fino”. La forma de la “función adaptativa” puede variar de la de hipérbola a la forma lineal y, en cualquier caso, la estrategia óptima estará representada por el punto en que ambas se cruzan.

Los modelos son herramientas para detectar “patrones” o tendencias que pueden ser útiles para generar hipótesis comprobables acerca de la organización de las comunidades. La abundancia relativa de grandes ensamblajes heterogéneos de especies tienden a ser gobernados por muchos factores independientes y, de acuerdo con el teo-



Imagen clásica de una sección de Poincaré cerca de una trayectoria periódica. Cada círculo representa un movimiento cuasiperiódico con dos periodos distintos.

rema de límite central, será distribuido en forma log-normal. Un alto grado de ajuste a este modelo indica que la comunidad está en alto grado de equilibrio; sin embargo, buenos ajustes a la distribución log-normal pueden ocurrir a pesar de los cambios y condiciones en la composición de la comunidad. La principal motivación al crear los modelos de distribución fue desarrollar un modelo general de abundancia de las especies, para facilitar la comparación de diversas comunidades por sus diferencias o similitudes en los parámetros del modelo, el cual potencialmente daría información fundamental de los nichos de dichas especies y de cómo éstas coexisten o comparten los recursos ambientales disponibles. Aunque tal modelo general sería una herramienta valiosa para el ecólogo, “no parece existir tal paradigma general”, revelándose que hipótesis contradictorias pueden llevarnos al mismo modelo, y diferentes modelos derivados de postulados en conflicto pueden ajustarse al mismo grupo de datos. El mayor obstáculo al usar índices de diversidad es su interpretación, ya que si se da sólo el valor del índice de diversidad, es imposible expresar la importancia relativa de riqueza y uniformidad, pues alta riqueza y baja homogeneidad serán equivalentes a un sistema de baja riqueza y alta homogeneidad.

En general podemos decir que un ecosistema será más complejo conforme sea más maduro, cualidad que aumenta con el tiempo en que permanece sin ser perturbado. La sucesión nos lleva a considerar como más maduro o más complejo al ecosistema, cuando está compuesto de mayor número y grado de interacción de sus elementos, largas cadenas alimenticias, uso más completo del alimento, relaciones bien definidas o más especializadas, circunstancias más predecibles, promedio de vida mayor, menor número de hijos, y organización interna que pasa por perturbaciones aleatorias a ritmos cuasi-

regulares. La madurez tiene un doble significado; en su aspecto estructural puede ser medida en términos de diversidad o de complejidad por medio de cierto número de niveles, y en los aspectos relacionados con la materia y la energía, puede ser medida como producción primaria por unidad de biomasa total. Los índices de diversidad expresan la distribución de los individuos dentro de las especies en el ecosistema. Los organismos pequeños, usualmente, muestran menor grado de organización y madurez que los animales mayores, quienes presentan patrones definitivos de distribución. Pero, aun para escalas locales, la distribución de organismos no es aleatoria, demostrándose la existencia de leyes naturales capaces de pronosticar patrones ecológicos. Si los patrones de abundancia relativa resultan de la interacción de muchos factores independientes, una distribución log-normal es pronosticable por la teoría y es lo que usualmente se encuentra en la naturaleza. En grupos relativamente pequeños y homogéneos de especies, en los que un factor puede predominar o ser limitante, aparecen distribuciones de “vara rota”, mientras que lo opuesto nos lleva a distribuciones logarítmicas; esto es, la distribución log-normal refleja el “teorema de límite central” o “ley de los grandes números”. En cambio, existen circunstancias especiales en que se observa la distribución de “vara rota”, “series geométricas” o “distribuciones logarítmicas” y éstas reflejarán las características intrínsecas de la comunidad biológica.

3. Observaciones y propuestas para otras dinámicas de pronóstico

La cadena lineal de la causalidad y el poder profético de sus ecuaciones matemáticas han dominado la ciencia durante tantas generaciones, que ahora es difícil ver en dónde hay lugar para la libertad, la novedad y la creatividad, pues mientras que la causalidad lineal puede funcionar suficientemente bien para sistemas limitados, mecánicos y aislados, en general se necesita algo más delicado y complejo para describir la extensa riqueza de la naturaleza, donde existe una economía que obedece a un conjunto relativamente pequeño de leyes

fundamentales, porque el movimiento y el cambio surgen del universo como un todo. Lagrange, Fermat y Euler demostraron que el movimiento y el cambio siempre se consiguen de un modo que minimiza la acción de la naturaleza. El ritmo de cambio y el tiempo de las coordenadas de posición y momento se expresan en función del hamiltoniano, y definen la energía total en términos de estas posiciones y momentos, mediante un sistema de ecuaciones unificado, simple y elegante. Max Planck creía que los principios de variación eran universales y que deberían aplicarse a todo tipo de comportamiento en el que éstos sugieren que los movimientos de la naturaleza son completos, y sólo se pueden entender en un sentido total. Así, la teoría de la relatividad y la teoría cuántica son consecuencia lógica de los principios de variación. Esta nueva dinámica demuestra que todo movimiento y cambio surgen de una ley del todo y que los patrones y sucesos de la naturaleza son la expresión de esta unidad fundamental. Toda la dificultad en la predicción del tiempo está en que éste no es periódico, y la existencia de soluciones periódicas depende de las relaciones topológicas iniciales y finales, en las cuales empleando una sección de Poincaré, es posible detectar un movimiento periódico cuando la curva regresa a su sección inicial exactamente en el punto de partida. Todo esto se ha de pensar topológicamente o al menos geoméricamente para poder descubrirlo, ya que con dificultad se podrá obtener a partir de una fórmula.

Tierra, agua y atmósfera están íntimamente ligadas por intermedio de complejos procesos biológicos y geofísicos, y mayor conocimiento de las interacciones de los ecosistemas regionales puede ser de gran ayuda al tratar de optimizar la contribución de los recursos naturales para aumentar el bienestar del ser humano. Es casi imposible hacer una predicción detallada acerca de las subdivisiones de las mayores unidades ecológicas, aunque generalmente resulta posible hacer predicciones sobre el tipo de organismos presentes y ausentes. Así pues, si se desea pronosticar futuros procesos de producción, será necesario tener una descripción de ellos en su ambiente particular, que incluya tantos detalles relevantes como sea posible. Debemos estar atentos a todas las interacciones que contro-

lan o alteran el número o tipo de organismos encontrados en una región dada, ya que una noche fría o una hora de fuerte viento son capaces de producir grandes diferencias en el mundo biológico. Tal información puede ser construida en una simulación poblacional, utilizable para predecir los efectos de políticas particulares de administración. El valor de la simulación es obvio, pero su utilidad reside sobre todo en que analiza casos particulares. Una teoría ecológica debe hacer, de preferencia, afirmaciones sobre el ecosistema como un todo global, así como de especies y de tiempos en particular, y afirmaciones válidas para muchas especies y no sólo para una. La alternativa es intentar analizar la naturaleza de tal forma que pueda ser descrita de manera rigurosa, que permita predicciones derivables mediante procedimientos reproducibles, siendo capaces de definir en algún grado la diferencia entre lo que conocemos sobre bases teóricas y lo que nos falta por hacer, antes de poder realizar predicciones más seguras. Una descripción matemática precisa de los sistemas productivos incluye cientos de parámetros, muchos de los cuales son difíciles de medir y cuyos resultados esperados, a partir de las muchas ecuaciones diferenciales parciales, simultáneas y no-lineales de simulación, por lo común no tienen solución para conseguir respuestas que son complicadas expresiones de los parámetros y que son difíciles de interpretar. Se observa con claridad la necesidad de diferentes metodologías para tratar con estos sistemas que son intrínsecamente complejos, pero las fluctuaciones ambientales, los parches y la productividad pueden combinarse para algunos propósitos de medida global de incertidumbre ambiental.

El mundo que hoy conocemos es la expresión de una geometría quebrada, y de esta imperfección ha podido surgir la vida. Mediante la vía conceptual de la teoría cuántica está emergiendo una nueva representación del mundo, que sintetiza y sobrepasa corrientes filosóficas anteriores; se trata de una concepción muy diferente del mundo, una visión contra el sentido común y de consecuencias pasmosamente increíbles, que nos sitúa más allá de los lenguajes y el entendimiento. Se presentan límites al conocimiento a través de fronteras físicas que cercan la realidad y son

imposibles de franquear; la constante de Planck o *quantum* de acción señala el límite último de toda divisibilidad de la radiación, y en longitud y tiempo son el intervalo del espacio y el tiempo más pequeño posible de identificar y medir. Nos encontramos presos por extrañas fronteras establecidas por la teoría cuántica, que nos dice que la realidad está velada, más allá de nuestro alcance y destinada físicamente a permanecer así por mucho tiempo. Frente a esto, la objetividad y el determinismo simplemente no existen. La visión materialista desaparece y penetramos en un mundo del todo desconocido, pero también se descubre que acontecimientos en apariencia desordenados e imprevisibles contienen en sus entrañas un profundo y sorprendente orden. En resumen, la teoría cuántica afirma que para comprender la realidad debemos renunciar a conceptos tradicionales, como materia sólida y concreta, que la realidad fundamental no es físicamente accesible y que el tiempo y el espacio son puras ilusiones.

La existencia de las realidades anteriores, trasciende categorías de tiempo y espacio ordinario a través de una naturaleza cuyas propiedades asombrosas son difíciles de captar, pero su realidad no es local ni causal y sus consecuencias de transformación superan experiencias e intuiciones. Pero, ¿cómo es posible que un torrente de energía que fluye por el mundo sin metas ni objetivos pueda esparcir conciencia y vida? En el corazón del caos se combinan moléculas para formar estructuras estables, que son los primeros ladrillos de la materia viva, donde la única diferencia de fondo entre lo inerte y lo viviente es sólo que uno es más rico en información que el otro, pero todavía no sabemos describir si su presencia se debe al azar o a una secreta necesidad de la naturaleza. Lo que sí sabemos es que la vida extrae sus propiedades de la tendencia de la naturaleza a organizarse y a escalar hacia estadios cada vez más ordenados y complejos. Así, para intentar saber más de nuestro mundo debemos abandonar las certidumbres de sus leyes y admitir que el universo es más extraño aún de lo que podemos pensar. En su inmensa complejidad, y a pesar de sus apariencias hostiles, estelares y humanas, el universo está hecho para engendrar orden y vida, inteligencia y conciencia. Si observa-

mos un pequeño copo de nieve veremos que éste obedece a sutiles leyes físicas y matemáticas, que dan lugar a ordenadas figuras geométricas entre sí y únicas en el mundo; la forma final contiene la historia de todas las condiciones atmosféricas por las que ha atravesado, recuperando al mismo tiempo un orden y un equilibrio de las fuerzas de estabilidad e inestabilidad y de las interacciones resultantes de fuerzas a escala atómica y humana.

Podríamos pensar que el universo en su manifestación no contiene azar sino diversos grados de orden, cuya jerarquía nos toca descifrar, y que este azar no es sino nuestra incapacidad para comprender grados superiores de orden. Así, con la teoría cuántica podemos describir y predecir con gran precisión el comportamiento de grupos de partículas, pero no existe actualmente medio alguno de prever acontecimientos individuales. Es decir, no hay herramienta determinística alguna de pronóstico que nos permita saber y decir qué partícula en lo individual se manifestará, ni existe o no se ha descubierto aún ley física alguna que nos permita describir este proceso de selección. Sin embargo, bajo el desorden visible de estos fenómenos, existe un orden profundo de un grado infinitamente elevado que puede llegar a permitirnos explicar lo que interpretamos como azar, pero también el carácter aleatorio del comportamiento individual puede encubrirlo y hacer que no podamos interpretar un grado muy elevado de orden del conjunto. Ciertos fenómenos caóticos de movimientos en apariencia indescriptibles e imprevisibles presentan un desorden canalizado dentro de motivos construidos sobre un mismo modelo subyacente, denominado atractor extraño, que existe en un espacio de fases y contiene todas las informaciones dinámicas y todas las variaciones posibles de un sistema mecánico, según órbitas precisas y difíciles de apartarse, ordenando en profundidad su comportamiento; pero, ¿cómo ha podido generar la heterogeneidad en pequeña escala un orden tan elevado a gran escala? Einstein, opuesto al carácter estadístico de la naturaleza, expresaba que éste se aplicaba sólo a los problemas microscópicos, mientras que en el mundo macroscópico el determinismo seguía imperando como regla; sin embargo, desarrollos de los últimos

años parecen no darle la razón, siendo más bien una característica general de los sistemas dinámicos inestables, en los que se puede observar que, sea cual fuere la precisión que poseamos respecto de sus condiciones iniciales, sólo podemos predecir, mediante probabilidades, el hecho de que se produzca una de sus muchas estructuras posibles, es decir, que no sabemos lo suficiente de las leyes de la naturaleza como para ser capaces de predecir el futuro.

La no linealidad será siempre el rasgo característico de la evolución de los fenómenos naturales, en los que los sistemas de no equilibrio –hablemos tanto del estado del tiempo como de las especies biológicas y de los sistemas ecológicos– se dan sólo como variantes de sistemas complejos que van surgiendo del flujo constante de la energía solar en la biosfera, viéndoseles desenvolverse a lo largo de múltiples bifurcaciones, donde van intercalando largos periodos de estabilidad y oscilaciones en apariencia azarosas en épocas de inestabilidad; sin embargo, reconocemos en todo esto una tendencia general de largo plazo y una direccionalidad de manifestación total. La interacción de caos y orden refleja así el proceso evolutivo de la naturaleza, y los sistemas fuera del estado de equilibrio son complejos y evolucionan hacia estados crecientes, tanto de tamaño como de complejidad, hacia niveles más elevados de organización y dinamismo, así como a una interacción más estrecha con el medio físico (clima). Las respuestas de estos sistemas a los cambios desestabilizadores de su medio se manifiestan por medio de saltos e impulsos comparativamente bruscos y son de la mayor importancia para entender la dinámica evolutiva de los diversos dominios de la naturaleza, donde al estar más alejados del equilibrio termodinámico, mayor sensibilidad de respuesta se manifiesta al cambio de sus estructuras y más complejos serán también los ciclos y procesos de retroalimentación que los mantienen. Las bifurcaciones catastróficas nos dan apariciones y desapariciones súbitas de atractores estáticos, periódicos o caóticos, y son la clase de transformaciones que sustentan la evolución de sistemas que van desde los átomos hasta especies o sistemas climáticos, ecológicos y sociedades. ●

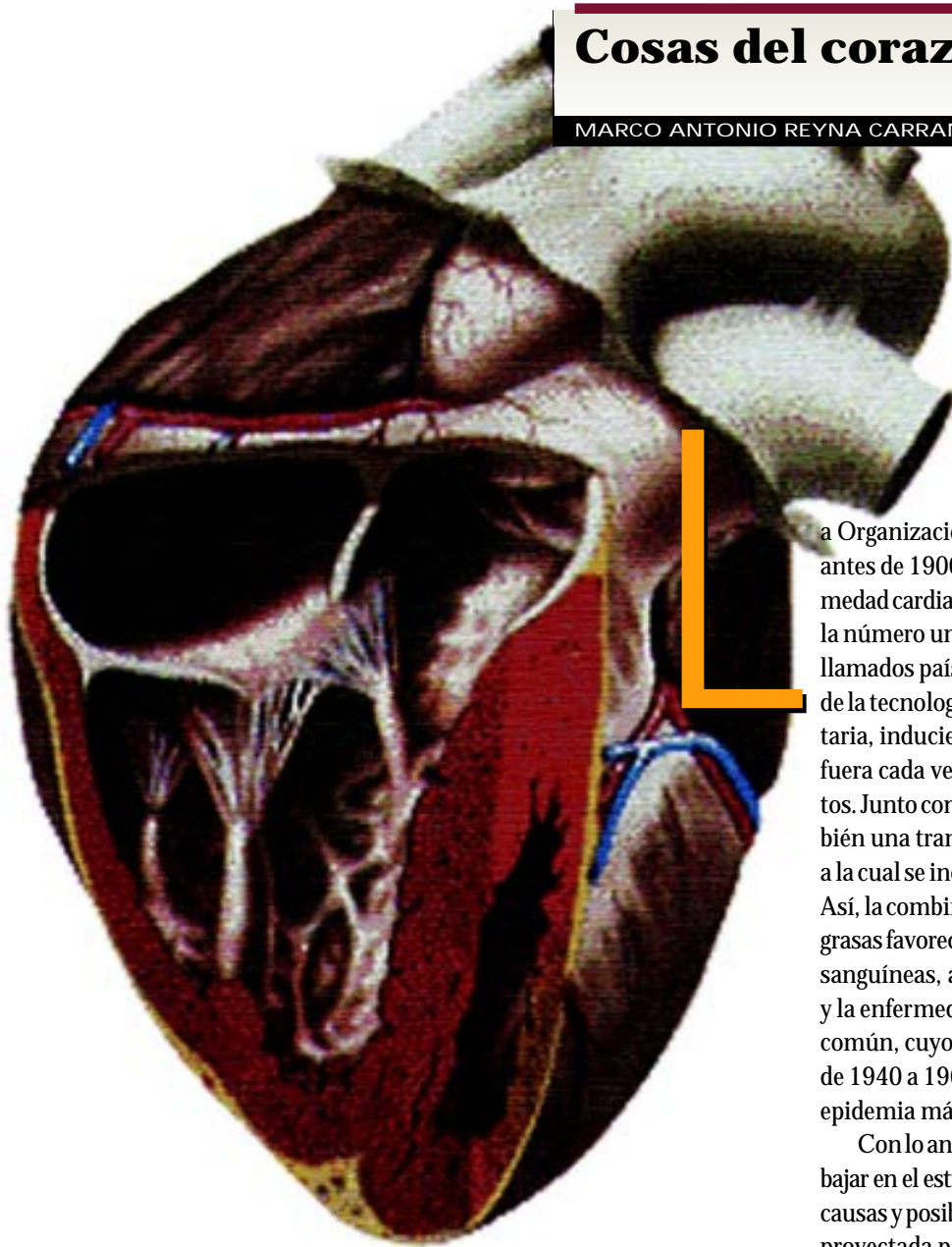


Bibliografía

- Adem, J. "On the Physical Basis for the Numerical Prediction of Monthly and Seasonal Temperature in the Troposphere-ocean-continent System", *Mon. Wea. Rev.*, 92, 1964, pp. 91-104.
- Cruz, T. M., O. W. Ritter y P. M. Moreno. *Procedimiento de evaluación cuantitativa de los recursos naturales*, México, 1989, Universidad Autónoma de Guerrero, 122 p.
- Levin (ed.). *Studies in Mathematical Biology*, Providence, R. I., American Mathematical Society.
- Lorenz. *The Predictability of Hydrodynamic Flow*, 1963, *Trans N. Y., Acad. Sci. Ser.*, II, 25, pp. 409-432.
- Peat and Briggs. *Chaos and Order*, 1990, Harper and Row.
- Ritter O.W., H. P. Mosino, y C. E. Buendía, "Dynamic Rain Model for Lineal Stochastic Environments", *Quarterly Journal of Meteorology, Hydrology and Geophysics*, Mausam, India, 1998, (en prensa).
- Shannon and Weaver. *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana University of Illinois Press, 1949.
- Soberon, J. M. "Ecotecnología, predicción y ciencia", *Ciencias especial*, núm. 4, 1990, pp. 65-74.
- Stewart, Ian. *Does God Play Dice? The New Mathematics of Chaos*, 1989.

Cosas del corazón

MARCO ANTONIO REYNA CARRANZA



Corte transversal del corazón, en el que se muestran las aurículas (cavidades superiores) y ventrículos (cavidades inferiores).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) apunta que antes de 1900 poca gente moría a causa de alguna enfermedad cardíaca,¹ pero desde entonces ésta ha venido a ser la número uno tanto en los Estados Unidos como en los llamados países industrializados o desarrollados. La era de la tecnología provocó que la vida se hiciera más sedentaria, induciendo con ello a que mayor número de gente fuera cada vez más propensa a este tipo de padecimientos. Junto con el cambio en el estilo de vida se generó también una transformación importante en la dieta básica, a la cual se incorporó mucha comida cocinada con grasa. Así, la combinación de la vida sedentaria y la dieta rica en grasas favoreció la generación de obstrucciones en las vías sanguíneas, ataques al corazón y muertes fulminantes, y la enfermedad cardíaca se convirtió en un suceso muy común, cuyo incremento fue tan abrupto entre los años de 1940 a 1967 que la OMS tuvo que declararla como la epidemia más severa del mundo.

Con lo anterior, las ciencias médicas empezaron a trabajar en el estudio de estas enfermedades y a investigar sus causas y posible cura. En 1948 se inició una investigación proyectada para llevarse a cabo en 30 años en Framingham, Massachusetts, llamada Estudio Framingham, que abarcó 5 127 personas entre las edades de 30 a 60 años, las cuales no presentaban signo alguno de enfermedad cardíaca, pero cada dos años, los participantes se sometían de nuevo a un examen médico completo. El estudio duró los 30 años y arrojó información valiosa en cuanto a las causas y la predicción de enfermedades cardíacas; por ello se conocen ahora perfectamente los motivos que producen

los padecimientos del corazón, y para gran número de ellos también se conoce el tratamiento y su cura.

Gracias al estudio, ahora sabemos, por ejemplo, qué factores son los más importantes para prevenir el infarto del miocardio, y también cuáles son los que se pueden y no se pueden controlar. Conocemos la causa más común de muerte cardíaca súbita, que es debida a enfermedades en las arterias coronarias; por ejemplo, una de las más frecuentes es la aterosclerosis, la cual produce una reducción en el lumen de las arterias, y ello genera una suspensión total o parcial de la irrigación sanguínea hacia el músculo cardíaco.

Según la OMS, sólo en los Estados Unidos se producen alrededor de 1 500 000 ataques al corazón cada año, de los cuales sobrevive un 70%. Es decir, esto implica una mortalidad de casi 490 000 individuos por año, y la American Heart Association (AHA) señala que en los países en vías de desarrollo se ha notado un aumento alarmante de fallecimientos por enfermedades cardiovasculares en los últimos años. En nuestro país, por ejemplo, ya es una de las primeras causas de muerte, pues se generan alrededor de 63 609 decesos por año,² y los estados del norte presentan los mayores índices de defunción.

La OMS señala que un 5% de los pacientes que se recuperan parcialmente de un infarto del miocardio presenta alto riesgo de desarrollar episodios de taquicardia ventricular maligna (contracciones ventriculares totalmente inestables, aceleradas y asíncronas, superiores a los 100 latidos por minuto) que puede derivar en fibrilación, la cual se manifiesta en contracciones ventriculares descoordinadas; esto provoca gran ineficiencia en el bombeo de la sangre y el sujeto puede morir en cuestión de minutos. De aquí el interés de muchos cardiólogos de poder predecir si un paciente que sobrevivió a un infarto está bajo riesgo de presentar taquicardia ventricular.

Algunos científicos han propuesto métodos efectivos que detectan el riesgo de muerte cardíaca súbita en pacientes infartados; sin embargo, estos métodos suelen ser invasivos, por lo que se tiene que inmovilizar del todo al paciente e intervenirlo quirúrgicamente. En el mundo existen científicos que siguen buscando opciones que permi-

tan al cardiólogo detectar el riesgo de muerte cardíaca súbita de manera no invasiva, y algunos ya han desarrollado este tipo de métodos, que incluso se han estandarizado en organismos internacionales como el Task Force Committee.³ Hasta el momento, el procedimiento no invasivo más aceptado por la comunidad científica es el conocido como método del dominio temporal clásico. La mayoría de este tipo de métodos no invasivos, incluso el del dominio temporal clásico, se basa en el análisis de señales electrocardiográficas (ECG) promediadas de alta resolución (HRECG), y usándolas se pueden extraer ciertas características con el fin de emplearse como marcadores que indiquen si determinado sujeto es candidato de alto o bajo riesgo a sufrir taquicardia ventricular y probable muerte súbita. Los marcadores de riesgo más estudiados en la predicción de taquicardia ventricular maligna se basan en la detección de los denominados potenciales tardíos.

Durante algún tiempo, muchos investigadores habían estado registrando pequeñas señales electrocardiográficas de alta frecuencia, que presentaban ciertas alteraciones en sus componentes frecuenciales y aparecían en la parte final del complejo QRS (véase fig. 1), cuando se analizaban señales ECG tanto en animales como en pacientes con riesgo de taquicardia ventricular sostenida.⁴ A las pequeñas señales con estas características se les

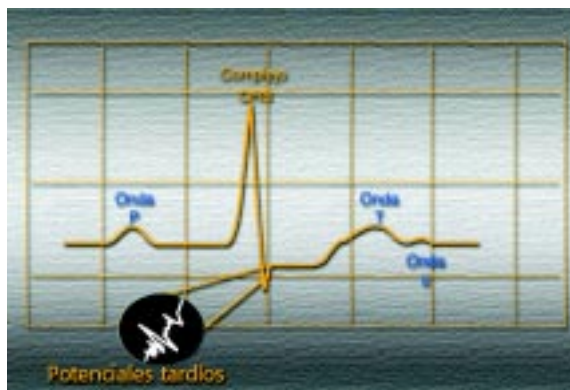


Figura 1. Trazo ECG de alta resolución, en el que se muestran sus componentes más comunes y la ubicación amplificada de los potenciales tardíos ventriculares.

llamó potenciales tardíos, y se habían desarrollado algunos procedimientos para procesarlos y detectarlos; sin embargo, las variaciones en los resultados eran muy grandes, dependiendo del método utilizado, de cómo se hubieran definido los potenciales tardíos y de los grupos de pacientes estudiados.⁵ También, los sistemas comerciales que se dedican al registro de señales HRECG –técnica conocida en inglés como High-Resolution Electrocardiography– diferían enormemente en sus especificaciones electrónicas y en sus algoritmos de análisis. Con el propósito de dar orden a todos los aspectos en cuanto a la detección, análisis y definición de potenciales tardíos, la Task Force Committee³ decidió establecer normas y estándares para la adquisición y el análisis de datos, así como para definir el papel que representaba la electrocardiografía de alta resolución al predecir el riesgo de muerte cardíaca súbita.

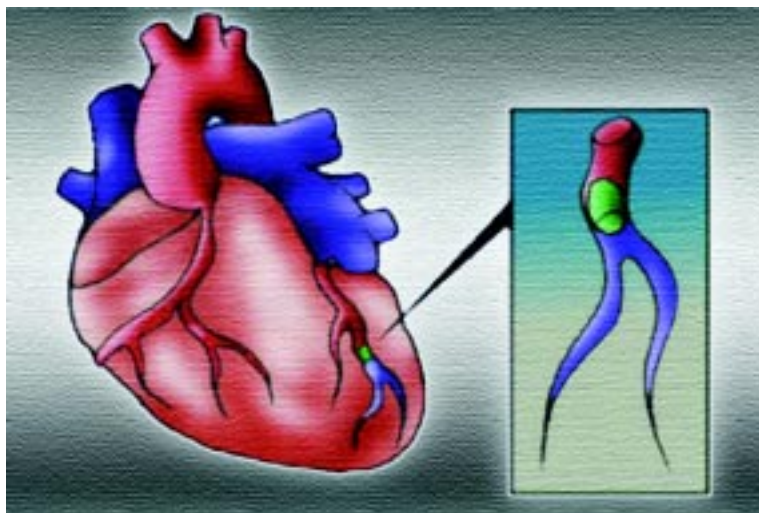
Hoy en día, los pacientes que sobreviven a un infarto de corazón pueden acudir a los centros especializados de salud que cuentan con este tipo de tecnologías, para que se les apliquen los estudios en la detección de potenciales tardíos y así se descarte la posibilidad de alto riesgo.



Dibujo que representa los síntomas más frecuentes de infarto, los cuales son: intenso dolor en el pecho, dificultad para respirar, fuertes mareos, sudores en frío y desmayo.

Referencias

- ¹ *World Health Statistics Annual*, 1991, 1992, 1993, 1994, 1998, WHO, Ginebra.
- ² *Salud Pública de México*, v. 40, núm. 6, noviembre-diciembre de 1998.
- ³ Breithardt, G.; M. Cain; N. El-Sherif; N.C. Flowers; V. Hombach; M. Janse; M. Simon, and G. Steinbeck. "Standards for Analysis of Ventricular Late Potentials Using High-resolution Signal-averaged Electrocardiography. A Joint Statement", Task Force Committee of the European Society of Cardiology, the American Heart Association and the American College of Cardiology, *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1991, v. 17, pp. 999-1006.
- ⁴ Berbari, E.J.; B.J. Scherlag; R.R. Hope, y R. Lazzara. "Recording from the Body Surface of Arrhythmogenic Ventricular Activity During the ST-segment", *Am. J. Cardiol.*, 41, 1978, p. 697.
- ⁵ Coto, H.; C. Maldonado; P. Palakurthy, y N.C. Flowers. "Late Potentials in Normal Subjects and in Patients with Ventricular Tachycardia Unrelated to Myocardial Infarction", *Am. J. Cardiol.*, 55, 1985, pp. 384-390.



Dibujo de un corazón que muestra el bloqueo de una de las arterias coronarias (arterias que llevan la sangre a todo el músculo cardíaco), con lo que se produce un infarto.

La investigación astronómica y su historia



Podemos dividir este campo de la búsqueda del conocimiento sobre el mundo que nos rodea en cuatro etapas principales:

1. El estudio del cielo a simple vista, etapa que se extiende desde la más remota antigüedad, hasta la aplicación del telescopio para esos fines.

2. La observación astronómica mediante el telescopio óptico, esto es, en las frecuencias de las ondas electromagnéticas visibles, la etapa que comienza con Galileo y continúa vigente hasta nuestros días.

3. La observación del universo en frecuencias no visibles, que corresponden a las frecuencias de las ondas mencionadas, que no capta el ojo, como son el infrarrojo, el ultravioleta, los rayos X y otras radiaciones de mayor frecuencia.

4. La exploración planetaria, que comienza a mediados del siglo XX, gracias al desarrollo de la electrónica por una parte, y de la astronáutica por la otra. En esta ocasión nos centraremos en la observación astronómica mediante el telescopio.



El telescopio y el estudio del cielo

Se dice que el telescopio (primeramente llamado antejo espía) fue inventado por J. Lippershey en Holanda durante los primeros años del siglo XVII; parece que un par de niños, tal vez sus hijos, jugaban con las lentes de su taller cuando notaron que, con cierta combinación de ellas, los objetos lejanos se amplificaban. El señor Lippershey observó el fenómeno y ofreció el invento en gran secreto a la Corona de su país, dado su indiscutible valor estratégico.

Sin embargo, en las demostraciones que siguieron se hallaba un amigo de Galileo, quien, a su regreso a Italia le comunicó con gran entusiasmo lo que había visto en ellas; esto sucedía en noviembre de 1609 y Galileo, sin perder un momento y habiendo imaginado cómo se podría lograr tal efecto, se puso a experimentar con las lentes de un amigo suyo, fabricante de anteojos, y así logró, en pocos días, reproducir el fenómeno y probar con objetos lejanos, pensando de inmediato en aplicarlo a la astronomía.

Para montar las lentes de su primer instrumento empleó un viejo tubo de órgano, y la noche del 6 de enero de 1610 estrenó su telescopio al apuntarlo a la Luna, a las estrellas y a Júpiter que se veía al anochecer. Aparte de los cráteres de la Luna, y de mirar cientos de estrellas jamás vistas antes, su descubrimiento más importante fue el de

los satélites de Júpiter, cuya observación durante varios días le ratificó la teoría heliocéntrica de Copérnico y le hizo escribir su famoso opúsculo *Sidereos nuncius* que de inmediato circuló por toda Europa.

Galileo construyó varias docenas de telescopios, llamados refractores por estar hechos de lentes que eran atravesadas por la luz. Estos se fabricaban con una lente objetivo de unos tres centímetros de diámetro y forma plano-convexa, y por tanto convergente, y otra lente plano-cóncava, divergente y más pequeña, llamada ocular por estar cerca del ojo del observador.

Kepler mejoró el instrumento de Galileo mediante el empleo como ocular de una lente plano-convexa, que aumentaba considerablemente el campo del telescopio, aunque invertía la posición de la imagen; pero Kepler se dijo: ¿Qué importancia puede tener ver las estrellas y los planetas de cabeza, si en el cielo no hay arriba ni abajo...?

Hay que aclarar que la mejoría inventada por Kepler era relativa, ya que, aun cuando daba un campo mayor, introducía en la imagen más aberración cromática (los bordes de los objetos se veían de colores) respecto al diseño de Galileo, que en cierta forma compensaba dicha aberración, aunque poseía un campo visual muy pequeño.

Telescopios refractores y telescopios reflectores

A mediados del siglo XVII, Christian Huygens combatió la aberración cromática, alargando la distancia focal de sus objetivos, con lo que lograba además un aumento de la imagen proporcionalmente mayor; por ello, pudo comprobar que el “planeta triple” (Saturno), descrito con anterioridad por Galileo, no era tal sino que estaba circundado por un brillante anillo; más tarde Cassini observaría que el anillo se hallaba seccionado por la famosa división que lleva su nombre. Hevelius siguió el ejemplo de Huygens y construyó tal vez los telescopios más largos jamás fabricados, uno de ellos de más de cien metros de longitud.

Años después, Newton, quien consideraba que la aberración cromática no se podría corregir, ideó otro concepto

de telescopio, el reflector a base de espejos, pensando y pensando bien en que si la luz no atravesara ninguna lente la aberración cromática dejaría de existir, y su telescopio le valió el ingreso a la Academia de Ciencias.

De manera simultánea con Newton, Cassegrain inventaba en Francia el telescopio reflector que lleva su nombre, y Gregory en Inglaterra creaba otro sistema similar; por desgracia, ambos inventos requerían de superficies curvas que ningún óptico pudo lograr en esa época y, en ambos casos, sus telescopios solamente pudieron fabricarse hasta fines del siglo XIX.

También en Inglaterra surgió Dollond, defensor de Newton en la controversia con Huygens sobre la aberración cromática, ya que este último apoyaba la teoría ondulatoria de la luz, en vez de la corpuscular de Newton. Así, Dollond, para demostrar que éste tenía razón, construyó toda clase de combinaciones con diversas lentes y, para su gran sorpresa, descubrió que con cierta mezcla de tipos de vidrios y de curvaturas ¡la aberración cromática se podía corregir...! Así surgieron en el siglo XVIII los telescopios acromáticos y, con ello, los newtonianos se dejaron de usar porque el metal de los espejos se oxidaba pronto; de esta manera, los telescopios volvieron a ser refractores.

La siguiente gran mejora la realizó Foucault, quien hizo sus espejos de vidrio en vez de metal de campana, como los de Newton, e inventó un procedimiento químico para platearlos. De este modo, los telescopios reflectores se volvieron prácticos y se inició una competencia contra los refractores, al construirse instrumentos de los dos tipos, cada vez mayores. El refractor más grande fue el de Yerkes en los Estados Unidos, con poco más de un metro de diámetro y terminado a fines del siglo pasado, época en que se fundó en México el Observatorio Astronómico de Tacubaya.

De ahí en adelante, ya en el siglo XX, los reflectores ganaron la batalla, como el de Monte Wilson de 2.5 m de diámetro, con el que Hubble descubrió la expansión del universo, y más tarde el de Monte Palomar de cinco metros de diámetro, que fue el mayor del mundo hasta 1970.

El siguiente invento importante fue, en 1930, la Cámara Schmidt, telescopio solamente fotográfico. Con una

de estas cámaras, el doctor Guillermo Haro descubrió en México, a mediados del siglo, en Tonantzintla, Puebla, los Objetos Haro-Herbig, que en la actualidad se estudian con gran interés.

En el decenio de los setenta, se planearon grandes telescopios ópticos, de entre seis y diez metros de diámetro (telescopios gemelos Keck), así como el espacial Hubble, que cumple a fin del siglo XX 20 años de exitosa operación.

Comienzo de la radioastronomía

El ingeniero en radio Carlos Jansky, de los Laboratorios Bell, fue encargado de averiguar, en 1930, de dónde provenían las interferencias que perturbaban las radiocomunicaciones telefónicas entre los Estados Unidos y Europa. Con gran sorpresa descubrió que también recibía señales de radio que venían de fuera de la Tierra, y con ello nació la radioastronomía. En 1936, otro ingeniero de radio, Grote Reber, construyó en el patio trasero de su casa el primer radiotelescopio y localizó con él las ondas de radio que emite el centro de nuestra galaxia. Los radiotelescopios abren un nuevo campo en la investigación astronómica, y en México se construye actualmente en la montaña La Negra, al lado del Pico de Orizaba, el Gran Telescopio Milimétrico que, cuando quede terminado, será el más grande del mundo en su género. Este radiotelescopio para ondas milimétricas es un proyecto conjunto del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y la Universidad de Massachusetts.

En 1970 se inició la construcción del nuevo Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, Baja California, inaugurado en 1979, que tiene tres telescopios reflectores de gran calidad, el más grande de 2.12 metros de diámetro fue totalmente diseñado en la Universidad Nacional Autónoma de México, donde también se construyó todo su equipo electrónico. Años después, en 1985, se estrenó en Cananea, Sonora, el Observatorio Astrofísico con un instrumento del mismo poder que el de San Pedro Mártir y éste lo opera el INAOE.



Por otra parte, en la actualidad se construyen telescopios ópticos capaces de recibir ondas desde infrarrojas hasta ultravioletas y de rayos X, estos últimos en órbitas que giran alrededor de la Tierra. El telescopio espacial más famoso es sin duda el Hubble, con 2.4 metros de diámetro, que ya mencionamos, y que en unos años será superado por otros mayores.

En tierra se construyen actualmente telescopios hasta de 8.4 metros de diámetro, con espejos monolíticos, como el VLT europeo, el LBT norteamericano o el Subaru japonés, y hasta de 10 metros de diámetro con espejos tipo mosaico, como los dos Keck gemelos instalados en Mauna Kea, Hawái. En estos telescopios, sus espejos primarios están soportados en actuadores controlados por computadoras, con lo cual se puede ajustar la curvatura de los mismos para un máximo de poder de resolución (sistemas activos) y, también, para contrarrestar las aberraciones producidas por el movimiento de las capas atmosféricas (sistemas adaptivos). Con ello y con los detectores CCD (Charge Coupled Devices) se logran resultados nunca antes soñados mediante la ayuda de computadoras para procesar las imágenes.

Los principales telescopios se hallan en Chile, en Hawái, en Las Canarias, en los Estados Unidos y en México, y desde luego los que están en órbita terrestre. Los astrónomos en el presente cuentan con instrumentos de un inmenso poder y los descubrimientos en ese campo del saber humano se suceden con una rapidez sorprendente, pues la astronomía ha progresado más en los últimos 40 años, que en los 400 pasados desde la aplicación por Galileo del telescopio para la observación del firmamento.



En este bimestre, a diferencia de lo que sucedía en mayo próximo pasado, tendremos a la vista todos los planetas del sistema solar. En efecto, durante la madrugada podremos ver a Júpiter y Saturno entrando en la constelación Taurus y acercándose a Aldebarán, su principal estrella, y poco antes de que salga el Sol veremos a Marte frente a la constelación Leo, cuya estrella principal es Régulus.

Al anochecer, será posible observar a Urano y Neptuno (con la ayuda de unos buenos binoculares) en la constelación Capricornus y al oscurecer comenzarán a verse Mercurio y Venus en la dirección de la constelación Virgo, cuya estrella principal es Spica (la espiga que trae la Virgen en la mano). También en esa dirección se halla Plutón, pero éste sólo es visible utilizando los grandes telescopios.

Septiembre

El día 14, Marte se hallará a menos de un grado de Régulus, conjunción digna de verse a simple vista media hora antes de que salga el Sol.

El 22, a medio día ocurrirá el equinoccio de otoño, y con él da comienzo esta estación. Es la fecha en que día y noche tienen la misma duración y de ahí su nombre en toda la Tierra.

El 23, Mercurio estará en conjunción con Spica, pasando el primero a poco más de medio grado al noreste de la segunda, ambos en el poniente y esta es una bella ocasión para ver a Mercurio.

El día 28, ocurrirá una conjunción bastante abierta entre Venus y Mercurio (Venus pasa a cinco grados al este de Mercurio), visible una media hora antes de la salida del Sol.

Un paseo por los cielos de septiembre y octubre del 2000

Octubre

El 16 de octubre, Mercurio se hallará en su máxima elongación este, a 25 grados del Sol, visible en el oeste poco después de la puesta del astro. Parece paradójico que la elongación sea hacia el este, pero el planeta se vea en el oeste, sin embargo así ocurrirá.

El día 13 es viernes y mucha gente cree que esta combinación es de mala suerte; tal vez no convenga autosugestionarse respecto a esas coincidencias, porque puede ser que uno mismo actúe de tal manera que “llame al mal tiempo” y consiga que se cumpla lo que no se desea.

Lluvias de estrellas

En septiembre se presentarán tres lluvias de estrellas, de las cuales tal vez las sextánidas sean las más llamativas, por ocurrir cuando la Luna es casi nueva. La velocidad de estos meteoritos al entrar en nuestra atmósfera es “lenta”, 30 kilómetros por segundo, y por ello dejan trazos brillantes y persistentes. Su máximo será el día 27 y la mejor hora para observarlas es alrededor de dos horas antes de que salga el Sol. Recordemos que, para gozar una lluvia de estrellas, hay que alejarse de las ciudades, tanto por su iluminación, cuanto por el oscurecimiento del cielo causado por la contaminación de partículas en sus atmósferas.

COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (a septiembre 30)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	21 horas 19' 26"	-16 grados 22' 41"
NEPTUNO	20 horas 24' 30"	-19 grados 05' 56"
PLUTON	16 horas 41' 56"	-11 grados 31' 03"

En octubre ocurrirán también tres lluvias de estrellas; las más importantes son las oriónidas, cuyos meteoritos, remanentes del cometa de Halley, penetran a nuestra atmósfera (a unos 100 km de altitud) rápidamente, a 66 km/s, y producen trazos azulosos y muy brillantes. Su máximo será el sábado 21 y la mejor hora para observarlas, después de media noche.

Muchas veces resultan decepcionantes los anuncios de las lluvias de estrellas, porque no ocurren con la frecuencia y el brillo esperados. Esto se debe a que es imposible predecir si la Tierra va a pasar por una zona mucho o poco poblada de meteoritos que forman el anillo de remanentes del cometa en cuestión, anillo que no es para nada homogéneo. Sin embargo, hay que hacer el esfuerzo de verlas cada vez, ya que cuando se dan buenas condiciones el espectáculo es tan maravilloso que quienes lo observan no lo olvidan jamás. ☾

Fases de la Luna

	Apogeo día/hora	Perigeo día/hora	Creciente día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora	Nueva día/hora
Septiembre	8/07	24/02	5/10	13/14	20/19	27/14
Octubre	6/01	9/16	5/05	13/03	20/02	27/02

Ciencia, prensa y vida cotidiana

El *Eco de ambos mundos* es un periódico decimonónico que registró parte de las resonancias de los pasos dados por algunos de los cultos mexicanos que, al triunfo de la República, se interesaban por la recuperación del país en diversos aspectos. No tuvo el tino político que le hubiera permitido alargar su vida: apostó al presidente Sebastián Lerdo de Tejada y dejó de recorrer las calles de la ciudad de México y de algunas plazas del interior en noviembre de 1876, con el ascenso de Porfirio Díaz al poder. Los editores se retiraron despechados en los siguientes términos: “Tenemos fe en el porvenir, y creemos que el pueblo sensato rechazará a sus falsos y desinteresados (?) salvadores, para prestar todo su apoyo moral y físico al gobierno del Sr. Lerdo que será sin duda el que restablezca el orden y la paz, alterados desgraciadamente.” El proyecto de este cotidiano se trataba de resumir en su título que, para no dejar lugar a la duda, era seguido por un subtítulo que definía su carácter de “Periódico universal. Política, literatura, artes, ciencias, industria, comercio, medicina, tribunales, agricultura, teatros, modas, anuncios.” Interesa destacar, por lo pronto, que esta publicación muestra en su

...sí 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

composición y afán científicista la forma en que al principio el último cuarto del siglo pasado se divulgaban los avances de la ciencia y la técnica. Como entre nuestros encargos está el estudio de la recepción del conocimiento científico, pasa a la “Alaciencia” de este número el caso de Luis Figuer, colaborador del *Eco de ambos mundos* que en 1874, dentro de la sección de “Variedades”, publicó una serie de artículos acerca de “los grandes inventos antiguos y modernos en las ciencias, la industria y las artes”. Figuer se ocupó de la imprenta, la litografía, la pólvora de cañón, el grabado, la brújula, el papel, los relojes, el vidrio, el microscopio, el telescopio, el barómetro, la porcelana, el barro, el termómetro, los anteojos, el vapor y la electricidad. Ponemos a consideración del lector el que se refiere a los anteojos ya que merece la pena acercarse a la historia de las antiparras en los días que corren, porque, nos parece, que así podremos apreciar mejor los sorprendentes logros de la ciencia que le dan a los cortos de vista la posibilidad de plantarse unos lentes de contacto desechables durante treinta días sin removerlos ni limpiarlos, y con el noble fin de desarrollar todas las actividades que el cuerpo permita. 🌀



Los anteojos

Los grandes inventos. Antiguos y modernos en las ciencias, la industria y las artes, obra escrita en francés por Luis Figuier.

Los antiguos examinaban los astros por medio de largos tubos hechos de modo, según dice Aristóteles, que reproducían el efecto de un pozo desde cuyo fondo se ven las estrellas en medio del día; pero semejante medio de exploración del cielo, nada tenía de común con los instrumentos de óptica de que vamos a ocuparnos.

En una obra de Frascator publicada en Venecia en 1538, se lee lo que sigue: "Si se mira al través de dos vidrios oculares colocados uno sobre otro, se ven todos los objetos mayores o más próximos." En la *Mugia natural*, obra publicada en 1589 por un físico napolitano llamado Porta, se lee también que reuniendo un lente convexo y otro cóncavo se podrán ver los objetos aumentados y muy claros. No obstante, ninguno de los dos mencionados físicos construyó un aparato óptico que realizase el anteojo de aproxi-

mación. De documentos encontrados en los archivos de la ciudad del Haya, resulta que el 2 de octubre de 1606 Juan Lippershey, óptico avecindado en Middelburgo y natural de Wesel, pidió a los Estados Generales de Holanda, un privilegio por espacio de treinta años para la construcción de un instrumento destinado a hacer ver los objetos muy muy distantes, como "ha sido demostrado a los señores individuos de los Estados Generales". Cuatro días después, una comisión nombrada por éstos declaró que el instrumento de Lippershey sería útil al país, pero que era preciso perfeccionarlo, a fin de que se pudiese mirar con los dos ojos. El 15 de diciembre de 1608, el instrumento recibió de su inventor esta modificación. El 17 de octubre de 1608, un sabio holandés llamado Jacobo Metius fabricaba un instrumento que en su concepto era tan bueno como el del óptico de Middelburgo. Añadamos que en 1609 el inmortal Galileo consiguió en Italia construir por sus propios esfuerzos aquel célebre anteojo holandés de que sólo por la voz pública tenía noticia. ¿Cómo logró el óptico de Middelburgo, Juan Lippershey, construir el anteojo de aproximación? ¿Fue debido esto a un esfuerzo de su genio, o un mero resultado de la casualidad?

"Yo colocaría sobre todos los mortales, dice el eminente físico Huyghen, al hombre que por sus solas reflexiones y sin la ayuda de la causalidad hubiese llegado a descubrir los anteojos de aproximación." Si hemos de dar ascenso a la tradición, Lippershey sólo por la casualidad llegó a crear este admirable instrumento. La tradición, en efecto, cuenta que habiendo un desconocido encargado a Lippershey unos lentes convexos y cóncavos, fue a recogerlos el día señalado, escogió dos, los acercó a sus ojos, alejándolos y separándolos alternativamente, satisfizo el precio convenido y se marchó sin proferir palabra. Lippershey cuando se vio solo, imitó, según se dice, los ademanes que había visto hacer al desconocido, y advirtió el aumento de los objetos. Fijando entonces los dos vidrios en las extremidades de un tubo, construyó el primer anteojo de aproximación. Según otra versión, los hijos de Juan Lippershey, habiendo acercado por casualidad a la distancia conveniente dos lentes, uno convexo y otro cóncavo, prorrumpieron en gritos de alegría al ver tan de cerca el gallo del campanario de Middelburgo.

Lippershey, que estaba presente, fijó ambos cristales sobre una tablita, y luego en las dos extremidades de un tubo ennegrecido interiormente, y así construyó por primera vez el maravilloso instrumento de que hablamos.

Es muy probable que la invención de los anteojos sea infinitamente más antigua de la que hacen creer estas anécdotas, poco fidedignas. Rogerio Bacon, en el siglo XIII hizo uso de anteojos, y probablemente este instrumento era conocido en tiempos anteriores a él. En el *Diario del reinado de Enrique IV* escrito por Pedro de l'Estoile en 1609, se lee lo siguiente:

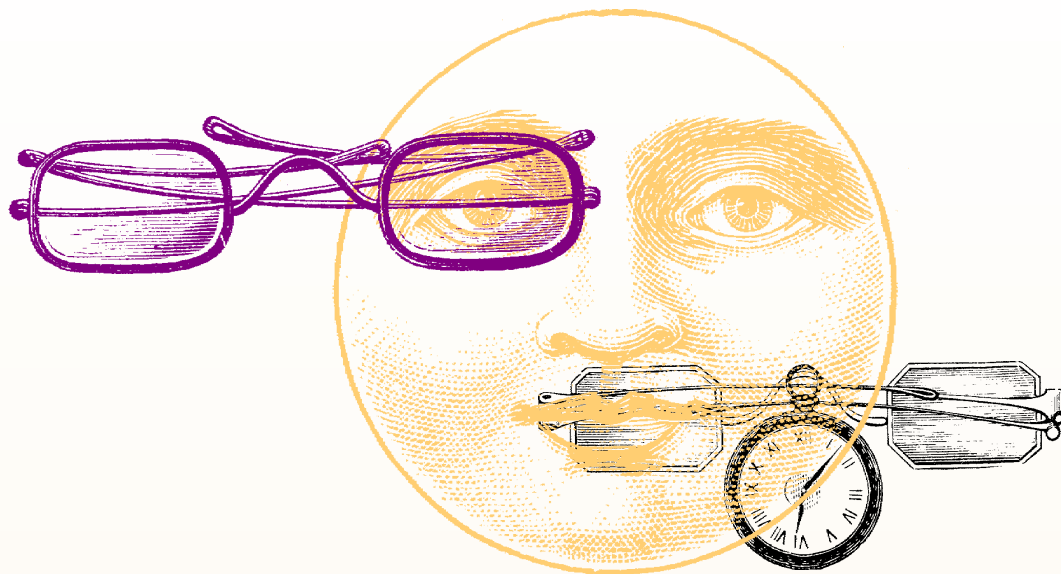
“El jueves 30 de abril, habiendo pasado por el puente de Marchand, me detuve en casa de un anteojero que enseñaba a muchas personas unos anteojos de nueva invención y uso. Se componen de un tubo de cerca de un pie de largo, y en cada extremidad tienen un vidrio, pero diferente el uno del otro, que sirven para ver con toda claridad los objetos distantes que a simple vista sólo se perciben confusamente. Acércase este instrumento a un ojo, se cierra el otro, y mirando el objeto que se desea distinguir, parece que se acerca y se le ve claramente, de modo que se puede reconocer a una persona desde media legua de distancia. Me han dicho que un anteojero de Middelburgo, en Zelanda, es su inventor.” El *punte de Marchand*, de que habla Pedro de l'Estoile atravesaba el Sena al lado del puente del Cambio, y se hallaba como él cubierto de casas.

Bajo la denominación común de anteojos de aproximación, se reúnen 1º el antejo astronómico; 2º el antejo terrestre; 3º el antejo de teatro.

Toda la teoría del juego físico de los anteojos de aproximación descansa en el fenómeno llamado *refracción de la luz*. Es, por consiguiente, indispensable, para la inteligencia de los instrumentos de que se trata, comprender a fondo este fenómeno. Un haz luminoso puede considerarse como formado por la reunión de muchas líneas luminosas paralelas entre sí, a las que se les da el nombre de *rayos luminosos*. En una sustancia diáfana de constitución uniforme, en una capa de aire por ejemplo, o en una capa de agua, la luz se mueve en línea recta; pero cuando un rayo de luz pasa oblicuamente de un medio cualquie-

ra, del aire, por ejemplo, a otro que no tiene la misma densidad como el agua o el vidrio, el rayo no sigue su camino en línea recta, sino que se rompe, es decir, que se mueve en el segundo medio siguiendo una dirección que no forma su prolongación rectilínea, lo que equivale a decir que *se refracta*. Sobre la propiedad que poseen los rayos luminosos de desviarse de su camino recto cuando pasan de un medio menos denso a otro que lo es más, descansa la construcción de los lentes, los que constituyen, mediante su conveniente reunión, como más adelante veremos, los diferentes anteojos de aproximación.

El lente, que es el instrumento de óptica más sencillo, nos presenta una aplicación de la refracción de la luz en medios más densos que el aire. El lente es una masa de vidrio trabajado de modo que queda limitado por dos superficies esféricas. Un lente abovedado en sus dos caras se llama *biconvexo*, y otro ahuecado en las mismas se llama *bicóncavo*. Cuando se coloca en la dirección de los rayos solares un lente biconvexo, los rayos que llegan a la superficie y la atraviesan se refractan dos veces: al entrar en el vidrio y al salir de él se inclinan unos hacia otros, y se reúnen al lado opuesto del lente formando un cono, o como suele decirse, convergen de modo que se reúnen en un punto muy pequeño, llamado *foco principal del lente*. Con arreglo a este principio, si se coloca un objeto luminoso o iluminado más allá del foco de un lente biconvexo, los rayos procedentes convergerán en un punto. Lo mismo ocurrirá respecto de todos los rayos emanados de los diferentes puntos del objeto. La imagen producida por la reunión de los focos correspondientes a cada uno de los puntos del objeto podrá ser recibida sobre una pantalla blanca, o bien ser vista por un ojo colocado en la dirección de los rayos que se propagan divergiendo después de haberse cruzado en su foco. Esta figura visible en el foco se llama la *imagen real* del lente. Coloquemos ahora un objeto luminoso o iluminado entre el foco del lente biconvexo y este mismo lente. Como los rayos de luz que de él emanan se refractan al atravesarlo, no se forma en el ojo del observador una imagen *real* del objeto, sino que el ojo colocado al lado opuesto del lente ve, en la prolongación de los rayos luminosos y hacia el lado en que se halla el objeto,



una imagen, aumentada de él. Esta imagen, que no puede recibirse sobre una pantalla, se llama *virtual*. Un lente biconvexo colocado delante del ojo constituye el microscopio simple, instrumento que sirve al naturalista para estudiar, ya en los animales, ya en los vegetales, ciertos diminutos detalles imperceptibles a la simple vista. De esto volveremos a ocuparnos al tratar del microscopio simple.

Anteojos astronómicos.— Lo que acabamos de exponer a propósito del aumento de los objetos examinados al través de un lente simple biconvexo, nos permitirá explicar el juego físico en cuya virtud el anteojo de los astrónomos hace percibir distintamente los cuerpos celestes, a pesar de la inmensa distancia que los separa de nuestro globo. El anteojo astronómico se compone, en efecto, de la reunión de dos lentes biconvexas fijas en las dos extremidades de un tubo metálico, formado de dos partes que entran una en otra, a fin de que el observador pueda variar a su placer la distancia que separa ambos lentes.

Las dimensiones de éstos en el anteojo de aproximación no son iguales: el que está colocado cerca del ojo del observador, es decir, el *ocular*, es más pequeño que el que se halla del lado del objeto que se observa, y recibe el nombre de *objetivo*. Acabamos de explicar cómo un solo lente biconvexo aumenta el tamaño de un objeto. Sin descender ahora a mayores explicaciones, nos limitaremos a decir que dos lentes semejantes dirigidos hacia un mismo objeto, aumentando sus dimensiones aparentes, lo agranda considerablemente, y producen por lo tanto el efecto que se desea obtener por medio de los anteojos de aproximación. El anteojo astronómico está, pues, formado por la reunión de dos lentes biconvexas: uno de ellos sirve para formar la imagen; el otro la aumenta considerablemente. El *anteojo astronómico* está montado sobre

un armazón de madera movable, y un tornillo giratorio, que se mueve a mano, permite levantarlo o bajarlo según sea necesario para la exploración del cielo. A él está unido otro anteojo de dimensiones mucho más pequeñas: éste es el *explorador*, que abarcando un espacio más dilatado del cielo, permite hallar más pronto el lugar que ocupa el astro que se desea examinar con el anteojo grande. En el anteojo de que se trata, las imágenes de los objetos se presentan invertidas; pero esto no ofrece ningún inconveniente para la observación de los astros y de los cuerpos celestes, cuyas dimensiones son circulares.

Anteojos terrestres o de larga vista.— Este anteojo no se diferencia del astronómico, sino en que las imágenes se presentan derechas; lo cual se consigue por medio de dos lentes biconvexas convenientemente situados entre el objetivo y el ocular.

Anteojos de teatro.— Este no es más que el anteojo astronómico reducido a pequeñas dimensiones; pero su lente ocular es biconcava, a fin de que la imagen aumentada por el juego de los dos lentes se presente derecha. El *anteojo de teatro* se llama algunas veces *anteojo de Galileo*, porque el anteojo astronómico que sirvió a este sabio para observar por primera vez los astros tenía por ocular un lente biconcavo, y por objetivo uno biconvexo. Así, pues, nuestros anteojos de teatro no son otra cosa que el anteojo de Galileo, reducido a un pequeño tamaño y dispuesto de modo que sea portátil. Sus cortas dimensiones son causa de que el aumento de las imágenes obtenidas por su medio sea escaso, pues sólo duplica o triplica las verdaderas proporciones de los objetos. El *lente* propiamente dicho se compone de un solo vidrio: los *gemelos* constan de dos anteojos fijos el uno al lado del otro, lo que los hace a propósito para ser colocados simultáneamente delante de ambos ojos. ●

Contra viento y marea

América como obstáculo

El establecimiento, que no descubrimiento, de América por parte de los europeos no fue un acontecimiento sino un proceso. Un proceso complejo, largo y conflictivo.

Ya hemos hablado aquí, en “Deste lado del espejo”, de las dificultades que a menudo encuentra la ciencia para abrirse camino en un mundo más regido por los intereses pecuniarios que por el amor al conocimiento. Por ello, cuando empezó a ventilarse la posibilidad de que aquellas tierras ignotas en las que había desembarcado el almirante Colón no fueran el oriente de Asia sino “otra cosa”, las resistencias brotaron por todas partes. Olvídense de la de los cartógrafos holandeses, los más reputados de su época, quienes habían invertido todo su capital en las matrices de madera que se utilizaban entonces para imprimir los mapas, que se convertirían en inútiles trabajos si resultaba que todo eso estaba mal y que por ahí en medio había lo que algunos ya empezaban a llamar “un nuevo continente”.

No, el desbarajuste mayor aparecía en los intereses de los comerciantes y en los de los distintos Estados, que deberían desechar los tratados vigentes, que tantos esfuerzos y sangre habían costado, y abocarse a la penosa tarea de elaborar unos nuevos, acordes con la nueva realidad. Más esfuerzos y más sangre. Por todo ello, en las cortes y en las lonjas marítimas de toda Europa se insistía: “No nos vengam con cuentos de hadas: aquello es Asia.” En Castilla, en particular, ya bien entrado el siglo XVI, se seguía insistiendo en llamar a las nuevas tierras “las Indias” y a sus habitantes “indios”. La primera denominación acabó esfumándose bajo el peso de la evidencia, pero la segunda, por motivos que no corresponden a esta columna, pervive.



Entre los más aferrados defensores de la “teoría asiática” se encontraba un joven estudioso, navegante y comerciante florentino, conocido con el nombre de Américo Vesputio, quien estaba convencido de que las nuevas tierras se encontraban al norte del cabo de Catigara, que describió Ptolomeo en sus mapas, el cual bastaba encontrarlo y doblarlo y así llegar a las tierras conocidas del oriente, para tranquilidad y satisfacción de reyes y mercaderes.

Ante tan hermosa perspectiva, Américo no tuvo dificultad alguna para hacer que se fletaran tres expediciones a las nuevas y conflictivas tierras, por los reyes de Castilla primero, por Portugal después y nuevamente por Castilla al final. En busca del mítico cabo, Vesputio recorrió arriba y abajo toda la costa occidental de aquellos enigmáticos lares, y tuvo el genio y el valor que no habían tenido sus antecesores; reconoció su error y estableció de manera incontrovertible, pesara a quien le pesara, la existencia de otro continente, lejano y distinto de Asia.

La historia le hizo justicia a medias a ese hombre de tierra adentro. El nuevo continente llevaría su nombre, pero su papel fundamental quedaría en la sombra, y hoy, en América, desde el cabo de Hornos hasta las Aleutianas, no hay una sola estatua en honor del primero que realmente supo de ella. Contra viento y marea. ●

*El torito***Como balón del Barça,
pa' que nos
entendamos...**

Tomo las definiciones del diccionario:

Bote: Vasija pequeña comúnmente metálica, que se utiliza para guardar medicinas, aceites, pomadas, conservas, etcétera.

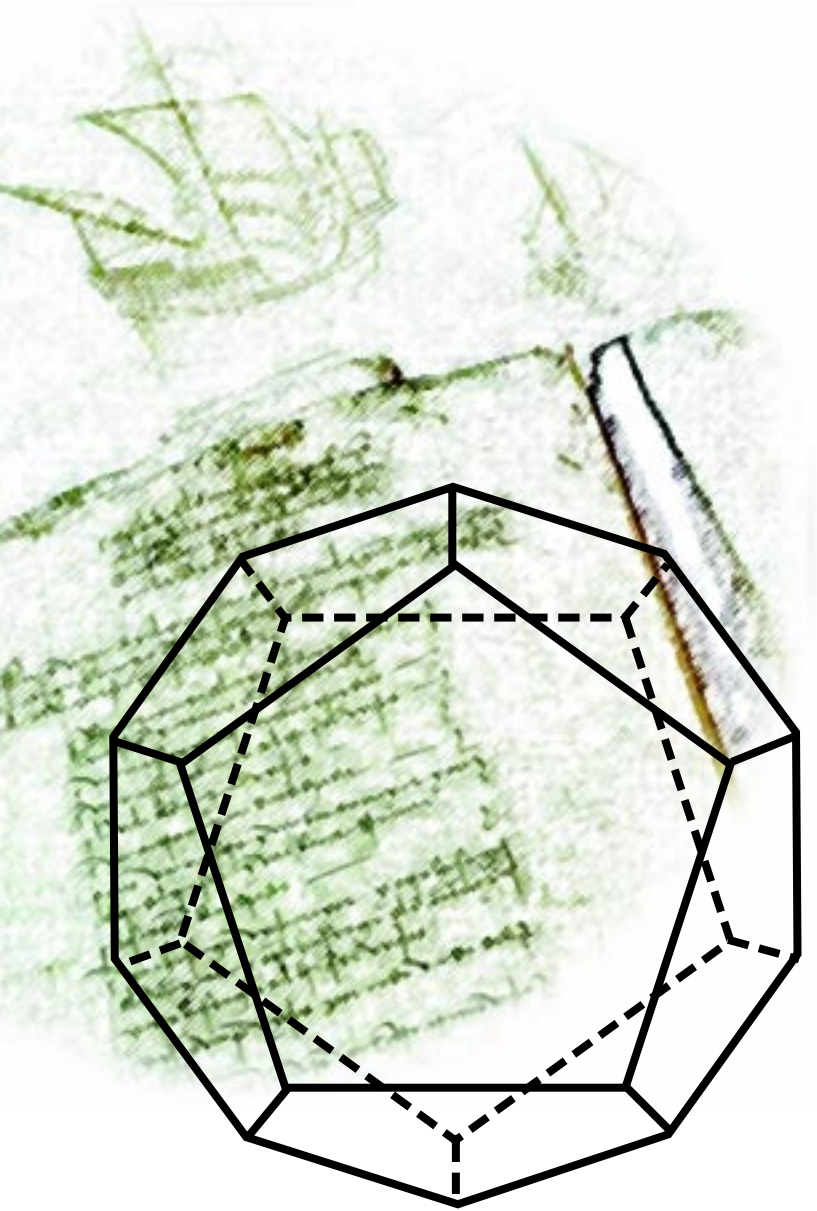
Pintura: Compuesto formado por pigmentos de color mezclados con materia aglutinante (aceites o resinas) y un solvente, que se evapora una vez aplicada aquélla.

Dodecaedro: Poliedro regular de doce caras. Las caras son pentágonos regulares, todos iguales y paralelos dos a dos.

Eso es todo lo que necesita usted saber. Lo que yo necesito saber, y espero que me lo diga, esmerado lector, es de cuántas maneras distintas se puede pintar un dodecaedro si cada cara ha de ser de un solo color y se tiene un bote con pintura roja y otro con pintura azul. Por lo tanto, en la definición de "bote" la parte que nos interesa –ya se dio usted cuenta, seguro– es la del "etcétera". En la figura le dibujo un dodecaedro para que no se me haga bolas, aunque los dibujos de figuras tridimensionales luego eso hacen, bolas.

Cuando digo "maneras distintas", quiero decir "distinguibles", es decir, que no dependan de la posición del poliedro. Y, por supuesto, las caras son azules o rojas, no se me vaya usted a complicar la vida mezclando pinturas o cosas por el estilo. El *torito* no es capcioso, no lo necesita.

Eso es todo. ¡Ah! ahora me doy cuenta de que precisa usted de dos definiciones más:



Dodecaedro (doce pentágonos regulares).

Brocha: Escobilla de cerda, con mango, que sirve para extender un producto sobre una superficie.

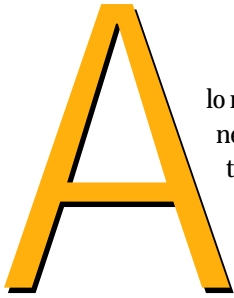
Paciencia: Resistencia moral ante los sufrimientos o adversidades. Temple, aguante, buena disposición para el trabajo muy detallado o minucioso. Calma en la espera de la consecución de un deseo. Tranquilidad, lentitud al obrar.



¡Marineros, organicémonos!

A toro pasado

(Solución al torito del número 152)



lo mejor las matemáticas no son otra cosa que una manera de organizar ciertos elementos o, mejor, una cierta manera organizada de mencionarlos. Sea como fuere intentemos organizar, matemáticamente, el galimatías de nuestros marineros y sus recompensas.

Vámonse dando nombre a cada cosa. Sea **M** el total de monedas en la bolsa al principio. Sean **A** las monedas que toma Andrea, **N** las que toma Nicola y **G** las que toma Giacomo. Y sea **C** el número de monedas que les reparte a cada uno el contra maestre al final. Así pues, Andrea encontrará en la bolsa tres veces el número de monedas que toma, más una que tira al mar. En otras palabras,

$$M = 3A + 1$$

y dejará **2A** monedas que son las que encontrará Nicola. Por la misma razón, entonces

$$2A = 3N + 1$$

dejando **2N** doblones, con los que se encuentra Giacomo

$$2N = 3G + 1$$

y deja **2G** piezas que son las que, después de embolsarse una, repartirá el viejo Antonio entre los tres heroicos marinos:

$$2G = 3C + 1$$

Así pues, si establecemos **C** sabremos **G**, y de ahí **N** y con ella **A**; y sabiendo **A** conoceremos finalmente **M**. Todo el problema estriba en que no podemos fijar arbitrariamente el valor inicial de **C**, pues nos encontramos ante ecuaciones con números enteros, que no admiten una solución fraccionaria. Creo haberle dicho ya hace tiempo, fiel lector, que estas ecuaciones se llaman diofánticas

o diofantinas, en honor del matemático griego Diofanto, del siglo IV de nuestra era, que las estudió y se divirtió enormidades con ellas. Al contrario de las ecuaciones en números reales, no existen métodos generales de solución para las diofantinas, y debe uno andarle buscando en cada caso, lo que ha dado lugar a toda una serie de problemas bellísimos y complejísimos a lo largo de la historia, de algunos de los cuales ya hemos hablado aquí, "Deste lado del espejo". La rama de las matemáticas que se ocupa de ellos es la llamada teoría de números, entre cuyos adictos se cuentan nombres de la talla de Lagrange, Euler, Gauss o, en México, el gran Alberto Barajas. Las clases de teoría de números que este último impartía en la Facultad de Ciencias de la UNAM, aún hasta hace dos o tres años, son proverbiales y serán recordadas muchos años como verdaderos recitales.

Bien. En el caso que nos ocupa, pues, deberemos ir tanteando hasta encontrar el valor de **C** que nos sirva para hallar todos los demás. En primer lugar, fijémonos en que $3C + 1$ debe ser par, pues es el doble de **G** el número de monedas que tomó Giacomo. De ahí, $3C$ debe ser non, y por lo tanto la **C** misma también non, de modo que cualquier valor impar de **C** satisface la última ecuación, pero no necesariamente, ay, la penúltima. En efecto, **G**, por la misma razón, también debe ser impar, al igual que **N**. Así pues, por ejemplo:

$C = 1$ hace $G = 2$, y $N = 7/2$ que ya quedamos que no se vale.

No nos queda más, me temo, que ir probando los valores impares de **C**. Después de descartar el 1, el 3 y el 5 daremos con el 7 que, aeluya, nos resuelve satisfactoriamente las cuatro ecuaciones y nos da los valores de $G = 11$, $N = 17$, $A = 26$ y $M = 79$. Pero no cantemos albricias. El enunciado del problema nos dice, chin, que el número original de monedas es mayor que 200 y menor que 300. No tenemos más remedio que seguir buscando.



Tarde o temprano llegaremos a $C = 23$, que también soluciona todas las ecuaciones, y que nos da $G = 35$, $N = 53$, $A = 80$ y $M = 241$. Ahora sí ¡Eureka!

No se queje, tenaz lector, y dése de santos por que la generosidad del capitán únicamente llegó hasta ahí, pues si no, la siguiente solución sólo aparecerá hasta $C = 71$, $G = 107$, $N = 161$, $A = 242$ y $M = 727$. Debo este elegante procedimiento de solución a mis queridos amigos, los matemáticos Hugo Villaseñor y Juan Manuel Martínez, a quienes planteé el *torito* de la recompensa del capitán al mismo tiempo que a usted. ¡Bienaventurados los matemáticos, cuyo trabajo es jugar! Juan Manuel, incluso, acabó encontrando una fórmula recursiva para obtener todos los valores adecuados de C , que como usted ya habrá sospechado, perspicaz lector, son infinitos si no se limi-

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 vio obligada a restringir, a partir del número 144, el envío de un libro del fondo editorial del Conacyt a cada una de las personas que contestaron correctamente el torito, pero si continuará con el sorteo de un lote de ellos entre todos los lectores que lidien en forma correcta el 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 1046, P.B.
Col. Lomas Altas
Del. Miguel Hidalgo
México 11950, D.F.

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

En el número anterior, debido a dificultades técnicas, no pudimos publicar la lista habitual de quienes resolvieron correctamente el torito correspondiente. Ofrecemos por ello

las debidas disculpas a nuestros lectores. Héla pues aquí:

Respuestas acertadas al torito 150:

Luis Eduardo del Río	Atizapán, Edo. de Méx.
María Luisa Alvarez M.	México, D.F.
César Eduardo Ramírez R.	Fresnillo, Zac.
José Antonio Aguilera L.	Moroleón, Gto.
David Colín Soto	Huixquilucan, Edo. de Méx.
Salomón Colín Soto	Huixquilucan, Edo. de Méx.
Ileana Cristina Aguilera A.	Fresnillo, Zac.
Iván L. Pérez Cabrera	México, D.F.

Del torito 151 se recibieron dos respuestas correctas, enviadas por

Beatriz M. Camacho P.	México, D.F.
Iván L. Pérez Cabrera	México, D.F.

(extemporánea)

En el sorteo realizado para el número 150 resultó ganador **César Eduardo Ramírez Ramos** y en el que se llevó a cabo para el 151 la ganadora fue **Beatriz M. Camacho P.**, quienes recibirán a vuelta de correo el lote de libros correspondiente. ¡Felicidades!

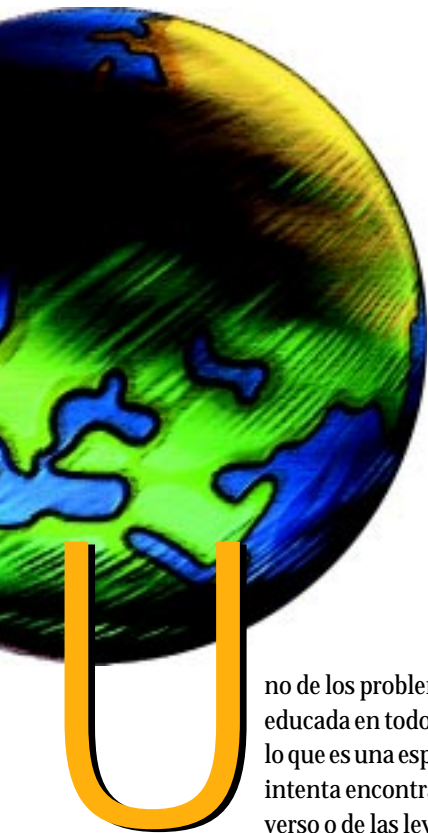
ta el valor de M . Desgraciadamente lo anterior rebasa el marco en "Deste lado del espejo", pero no está excluido que usted mismo, si se clava con el problema, acabe también dando con la solución.

Así pues, para recapitular, ya sabemos que el número de monedas en el saco era de 241. Andrea se quedó con $A + C = 103$, Nicola con $N + C = 76$, y Giacomo con $G + C = 58$. Lo que nunca sabremos fue la suerte que corrió el buen contraamaestre Antonio, si el terrible capitán Guidarelli se creyó timado. Quien quita y con su doblón de plata en el bolsillo acabó colgado del palo mayor del Santa Madonna di Bari.

"¿Disculpe joven, el cabo de Catigara queda por aquí?"



Mundos en confusión

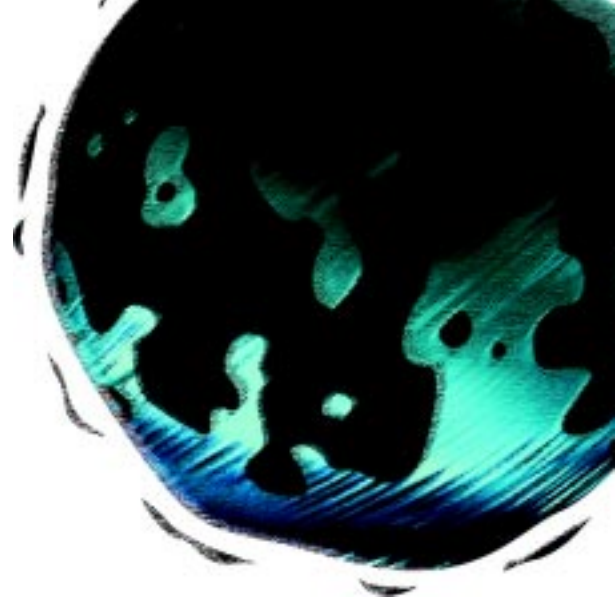


Uno de los problemas a que se enfrenta la opinión pública educada en todo el mundo es el de poder distinguir entre lo que es una especulación o hipótesis científica real, que intenta encontrar explicación de lo que ocurre en el universo o de las leyes que lo rigen, y lo que no es más que la ocurrencia de una suposición cualquiera acerca de la índole de los fenómenos científicos y la propia historia del cosmos o de la naturaleza en nuestro planeta. El mejor ejemplo de cómo la ignorancia de los principios básicos de la física en efecto impide a las personas distinguir entre lo que sí puede y lo que simplemente no puede ser, está en el caso de las insólitas teorías de Immanuel Velikovsky. Según este psiquiatra estadounidense de origen ruso, quien publicó su libro *Mundos en colisión* en 1950, gran parte

de los milagrosos casos que se narran en el Antiguo Testamento, como el diluvio universal; las plagas de Egipto en tiempos de Moisés; la apertura de las aguas del Mar Rojo; la caída del maná en el desierto, con el que se alimentaron los israelitas; la detención del Sol por órdenes del juez Josué en la batalla de Gabaón entre éstos y los cananeos; la caída de las murallas de Jericó, y varios hechos más fueron causados porque en esos tiempos una gigantesca explosión, ocurrida en el planeta Júpiter, expulsó del mismo una gran masa de materia incandescente, que se convirtió primero en cometa, el cual cruzó una y otra vez las órbitas de la Tierra y de Marte, causando todos esos portentos en nuestro planeta; hasta llegar un día a estabilizarse, transformándose en el planeta rocoso que hoy conocemos como Venus. Todo ello, según Velikovsky, ocurrió alrededor del año 1500 antes de la era cristiana.

En su libro, Velikovsky también aseguraba que los gases de la cola del cometa llevaban hidrocarburos –compuestos orgánicos de carbono e hidrógeno–, algo que ya se había detectado en ese año de 1950, gracias al análisis espectroscópico de la cola de los cometas. Estas sustancias orgánicas, decía Velikovsky, al entrar en contacto con la atmósfera terrestre se transformaron en el prodigioso maná, que según el Exodo llovía del cielo y alimentaba a los judíos mientras pasaron cuarenta años vagando en el desierto del Sinaí. El problema aquí es que los hidrocarburos, como la gasolina, no son comestibles. Son los carbohidratos –compuestos de carbono, hidrógeno ¡y oxígeno!– los que sí lo son, y las colas de los cometas no llevan vestigios de carbohidratos, sino de hidrocarburos, un compuesto más sencillo, que aunque suene parecido, es algo por completo distinto en sus cualidades.

Immanuel Velikovsky publicó sus ocurrencias, vertidas con un lenguaje erudito y cientos de datos de referencia, en la editorial Macmillan, una de las más prestigiosas y serias de los Estados Unidos. De inmediato, los astrónomos, astrofísicos y cosmólogos, así como varios físicos y químicos, protestaron airadamente contra este hecho, lo cual fue interpretado por la comunidad intelectual, dedicada a las humanidades, como un acto inquisitorio y de



censura contra un pobre y heroico hereje, que se había atrevido a desafiar al establecimiento científico ortodoxo.

Con todo y lo descabellado y gratuito de tales hipótesis, las mismas fueron aceptadas sin chistar, a partir de 1952, por muchos pensadores e intelectuales sin formación científica, para quienes la ciencia a fin de cuentas no es sino una opinión más, y una disciplina definida por las estructuras del poder vigentes en la época presente. Pero en esta ocasión la historia, una de las humanidades más útiles e ilustrativas para la toma de decisiones en el actual momento, ha salido a la ayuda de la ciencia. El simple hecho, por ejemplo, de que existan registros babilónicos muy anteriores a la época en que debió haber ocurrido el Exodo bíblico y que testifican que ya Venus brillaba en el firmamento, tanto como lucero matutino como vespertino, hubiera bastado a cualquier persona medianamente educada para rechazar las ideas de Velikovsky. No hay que olvidar que Venus, lo mismo que la diosa Ishtar dentro del panteón de los caldeos, existía como una deidad fundamental en la creciente fértil del medio oriente, plenamente identificada con el brillante astro que se observa, ya sea al amanecer o en los atardeceres, según su ciclo avanza a lo largo del año.

Sin embargo, muchos pensadores de principios de los cincuenta, movidos únicamente por un rencor en contra de lo que consideraban arrogancia de sus contrapartes del mundo científico, se dedicaron a defender a Velikovsky como un ejemplo de libertad intelectual amenazada por el dogmatismo. Así, entre los divulgadores de la ciencia que han analizado este conflicto están Martin Gardner, Isaac Asimov y Carl Sagan. Asimov, por ejemplo, comprendió lo profundo de la desinformación que afectaba a los filósofos e historiadores acerca de lo que en verdad pretende la ciencia. Eso lo decidió a encabezar una actividad mixta de difusión del conocimiento y del método científico, convirtiéndose también en historiador.

Martin Gardner se dedicó a documentar cómo la insistencia de Velikovsky de señalar que el viaje de lo que sería Venus desde la órbita de Júpiter hasta la que ocupa actualmente implicaría que el astro, convertido en cometa, tendría que haber maniobrado en forma muy comple-

ja, casi como si tuviera voluntad propia, para aparecerse en la cercanía de la Tierra cada vez que los hebreos necesitasen de una intervención milagrosa.

Por su parte, Carl Sagan organizó un encuentro en 1976 entre los científicos y el propio Velikovsky, en el cual se dieron a conocer los datos obtenidos por las sondas, que ya habían llegado a Venus, y contradecían la opinión de Velikovsky sobre la naturaleza del planeta vecino. Sin embargo, toda la evidencia del mundo no bastó para convencer a los seguidores de este científico, quien salió de esa reunión convencido de que había sido el vencedor.

Venus es un planeta hecho de roca y metales pesados, como la Tierra, en tanto Júpiter es de materia gaseosa, y sólo se especula que pudiera tener, muy en su interior, un núcleo metálico incandescente. Nada de lo que pudo haber expulsado por una simple explosión volcánica podía haberse constituido en un planeta tan similar geológicamente a la Tierra como es Venus, cuya elevada temperatura en la superficie se debe al efecto invernadero que ocasiona su atmósfera, con un alto contenido de bióxido de carbono y no porque todavía mantenga el calor de la energía liberada por la explosión, según llegó a señalar Velikovsky en sus últimos años de vida.

Lo interesante del caso Velikovsky es que, después de un inicio en el que sí se reflejó cierto nivel de intolerancia, los científicos reaccionaron finalmente con gran generosidad ante las afirmaciones del psiquiatra metido a especulador cósmico, y nunca se negaron al debate, actitud que fue respondida con acusaciones de conspiración y mayor dogmatismo. ●

Visión extranjera de México: 1840-1867

SILVESTRE VILLEGAS REVUELTAS



Covarrubias, José Enrique. *Visión extranjera de México: 1840-1867. I. El estudio de las costumbres y de la situación social*. Mühlenpfordt, Sartorius, Fossey, Domenech, Biart y Zamacois, México, 1998, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (Serie Historia Moderna y Contemporánea, 31), 180 p.

José Enrique Covarrubias hace hincapié en que *Visión extranjera de México: 1840-1867* difiere de otros textos que han tratado el tema de los viajeros durante el México decimonónico, pues mientras algunos historiadores analizan las obras de individuos que permanecieron un lapso corto en la República (viajeros), los autores que él selecciona se caracterizan porque vivieron y trabajaron un periodo largo en el país, y por ello mismo se compenetraron de las peculiaridades de su población y de la problemática de un Estado que buscaba la vía adecuada para constituirse en una nación. Otra inquietud del autor es la de ubicar los trabajos escogidos dentro de una línea filosófica que arranca en tiempos modernos con Montesquieu y Humboldt, pasando por la metodología y la sociología de Comte y, más recientemente, con Raymond Aaron, entre otros

teóricos. Los escritores decimonónicos buscaban desentrañar los elementos humanos que componían un país, el origen de sus instituciones, las distintas religiones profesadas, amén de otras categorías de análisis muy en boga durante aquella centuria; tal es el caso del clima como factor esencial en el perfil de una civilización.

Estos fundamentos y muchos más sirvieron a los autores escogidos para realizar una descripción de México y de los mexicanos. Las categorías fueron motivo de reflexión para Covarrubias como lo serán para el lector cuyos intereses lo remitan a consultar este libro. Aquellos autores que vivieron en México fueron los alemanes Eduard Mühlentfordt y Carl Sartorius, y los provenientes de Francia, Mathieu de Fossey, Emmanuel Domenech y Lucien Biart, así como el español Niceto de Zamacois.

La obra de Mühlentfordt, que describe la geografía, la etnografía y la estadística de México, puede catalogarse como integral, debido a la gran variedad de temas tratados, al mismo tiempo de ser fáctica por el buen manejo de datos, cuyo fin último es el de plantear caracterizaciones generales. Respecto a la población de México, punto de partida de éste como de los demás libros incluidos en el texto, sostiene que han existido en el país pocos negros y un número mayor de mulatos y zambos, quienes si bien vivían en malas condiciones económicas, tuvieron una existencia “más feliz” que aquéllos de los Estados Unidos u otras naciones, donde todavía continuaba el esclavismo. Los negros se integraron a la sociedad mexicana con mayor facilidad que en otros países, donde se les consideraba y relegaba como a seres de tercera categoría, pues la segunda la ocupaban los indios.

A este último grupo, sostiene Covarrubias, el autor le dedicó una buena parte de su obra. Señalaba que los naturales han sido poco afectos a los cambios que modifiquen los usos de su vida cotidiana, y son herméticos con todos aquellos que no pertenecen a su pueblo. Por esencia son desconfiados y lo peor que puede hacer un blanco o mestizo es tratarlos con arrogancia, pues todas aquellas particularidades se vuelven más evidentes e inclusive aflora en ellos la violencia. Sin embargo, el alemán concede que el buen trato al indio tiene como respuesta el

apego al trabajo, la confiabilidad y lealtad para con su patrón. A Mühlentfordt, como a otros de los autores estudiados, le llamó la atención que frente al hieratismo y aparente inmutabilidad de los indios estuviera detrás un gusto excesivo por los bailes y una reverencia en demasía hacia las fiestas religiosas. Otro grupo humano que es sujeto de examen es el conformado por los criollos, quienes desde el siglo XVIII estuvieron dentro de un proceso de liberación frente a los viejos lastres coloniales. Por ello los considera como el factor de cambio histórico, y le llama la atención que las mujeres criollas fueran más desenvueltas que sus contemporáneas europeas, a pesar de que, en general, su educación era menos que mediocre; además, comenta que es en los bailes donde los mexicanos socializan, más que en las comidas o en las reuniones familiares. Covarrubias termina el estudio señalando que el alemán formó su cuadro social respondiendo a una convivencia cotidiana con miembros de la clase media radicada en provincia, concretamente en Oaxaca.

En su libro sobre México, escrito a mediados del siglo XIX, Carl Sartorius repite la observación de Mühlentfordt en el sentido de que al indio no le gusta convivir con aquellos que no son de su comunidad, y Covarrubias se excusa de no citar más párrafos denigrantes sobre su condición “biológica” como un ser atrasado, aunque en mi opinión, lo contrario habría resultado esclarecedor para tener una idea más precisa del racismo del alemán. Más adelante, discutiendo sobre si eran comprobables los malos tratos y las deudas que de la hacienda pesaban sobre los peones, Sartorius afirma: “Es falso, pues, que sean explotados por los blancos, y su encadenamiento por deudas a las haciendas sólo se explica por su libre decisión de llevar las cosas de esa manera.” A él como a los anglosajones le llamó la atención una circunstancia muy mexicana; es decir, los hijos varones continuaban en la casa familiar hasta ya muy avanzados en edad.

En cuestión de romances Covarrubias escogió un párrafo delicioso en el que se asienta: “En cuestiones de amor, el mestizo es como la pólvora; nada de arrumacos sentimentales ni de suspiros a la luz de la luna; sólo le satisface la posesión, y para lograr la ansiada conquista



no se detiene ante ningún obstáculo” (p. 64). Respecto al mestizo, Sartorius señalaba que una característica de su sociabilidad es la ambición, actitud de la persona que busca alejarse de los indios y pretende llegar a la condición social y racial de los criollos; sin embargo niega, y en ello coincide, que los mestizos representen a la clase media, pues este estrato social era inexistente en el México de 1850.

Covarrubias sostiene que una buena aproximación a las consideraciones de Mathieu de Fossey es comprender las premisas de su contemporáneo, el médico francés David Jourdanet, para quien las determinaciones propias que la geografía ha impuesto a cada país, como la altitud sobre el nivel del mar de los países de la América Hispana, afectan negativamente el desempeño del trabajo realizado por sus habitantes, los hace enfermizos, viciosos y violentos. Al mismo tiempo, vivir en zonas montañosas los hace víctimas de los terremotos que indudablemente determinan su vida cotidiana.

Unido a lo anterior y comentando al francés, Covarrubias subraya que a Fossey le llamó poderosamente la atención el recurso del engaño, patente en las relaciones laborales dentro de las haciendas. Se trata de una circunstancia que confirma la inexistencia de auténtica honorabilidad entre los mexicanos y, peor aún, revela el poco poder de sobreponerse a los impulsos más naturales (p. 103). Si bien, según él, los mexicanos en general no son gentes de confiar, al menos dice que en las mujeres existe un fondo de equidad y de bondad: “En México, la mujer de mundo sabe sacar un tema de conversación atrayente de la nada; no puede decirse lo mismo de los hombres” (p. 105). Finalmente el francés revela la índole conservadora del pueblo mexicano, pues la población sigue estando unida por lazos comunitarios y todavía no ha llegado el individualismo prevaleciente en la corriente liberal, el espíritu del cálculo y la especulación, características de un pueblo inmerso en el afán de riqueza. La perfectibilidad de un pueblo es aquella que incluye y mezcla tanto los impulsos del cambio como aquellos que tienden a la conservación, esquema del conservadurismo social, que aflorará, según Covarrubias, durante el porfiriato.

Emmanuel Domenech había vivido en Texas y conocía el enfrentamiento cultural con el vecino del norte, una diferencia importante respecto a los autores mencionados, quienes caracterizaron el centro-sur de la República. El autor realizó una crítica favorable a la “clase” de los intelectuales, no sólo por su conocimiento de las ciencias y humanidades contemporáneas, sino por las difíciles formas de buscar dicho conocimiento en un país que por largos decenios había estado devorado por las guerras intestinas y las invasiones extranjeras. Domenech identificó algunos elementos esenciales de la cultura mexicana, sosteniendo que el mexicano, al no dejarse ayudar muestra sus complejos frente al extranjero. Por otro lado el habitante de México, sobre todo entre las clases pudientes, no es proclive a impulsar instituciones u obras de beneficencia o participar en ellas. No así el hecho de que, en la esfera de lo particular, la ayuda para un familiar en desgracia sea cosa cotidiana.

Por último, a Domenech le llamó la atención que en México las jerarquías sociales, aunque dadas, pudieran convivir en el plano de lo cotidiano. Vienen a mi mente dos situaciones que ejemplifican lo anotado: la primera, que a Carlota le escandalizó que sus damas de compañía fumaran en su presencia, y la segunda, que la servidumbre en muchas ocasiones tutease con respeto a sus patrones. Sin embargo, afirma, dichas formas de convivencia de manera alguna han disminuido el espíritu señorial y clasista que permea a la sociedad mexicana.

El último francés estudiado por Covarrubias es Lucien Biart. Vecindado en Veracruz, tuvo contacto con los habitantes de tierra caliente a los que también llamó hombres del desierto, sin que yo encontrara en las páginas una explicación plausible del porqué de esta última clasificación. Biart describe al jarocho como un mestizo que se considera distinto a los demás habitantes de la zona cálida. El lenguaje florido, tan común en Alvarado y a lo largo de la costa, de modo alguno era soez sino que hasta pudiera considerarse como agradable al oído. Otra característica que atribuye a los hombres del “desierto tropical” ha sido el asesinato pasional, pues según él el calor de la zona genera un amor lujurioso. Los asesinatos, más que suce-

derse con armas de fuego, son el resultado de puñales y machetes que le dan un carácter más íntimo.

José Enrique Covarrubias incluye al final de su texto a Niceto de Zamacois, español, casado con una mexicana, conservador-monárquico que escribió, entre otras cosas, la historia más voluminosa, que no la mejor, sobre México desde sus orígenes hasta la caída del imperio de Maximiliano. Don Niceto caracteriza a los mexicanos, siguiendo muchos de los juicios ya señalados por los autores mencionados (“El Mendigo”), y para él las buenas cualidades del pueblo mexicano se han ido minando, debido a una guerra civil prolongada. Las páginas dedicadas a la explicación de tal suceso, más la hipótesis de identificar al comercio como el nexo aglutinante del siglo XIX en el país, salen en mi opinión de la caracterización seguida por los otros autores. ●





Diseñador de bebés, ¿nueva era de consumismo eugenésico?

CESAR MEDINA SALGADO

Gosden, Roger , *Designer Babies: The Brave New World of Reproductive Technology*, Great Britain, 1999, Orion Books, Ltd.

Hacia el tercer milenio, parece que una de las áreas estratégicas de la humanidad se centra en la biotecnología. Esta nueva disciplina ha despertado una serie de polémicas que van desde la ciencia pura hasta la ética y la moral. Ahora en Europa los productos, además de portar la leyenda advirtiendo que no se han probado en animales, tienen que ostentar el título de ser orgánicamente producidos, esto es, que no han sido sometidos a ningún tratamiento de ingeniería genética.

En el libro *Designer Babies*, Roger Gosden se ocupa de una faceta específica de la ingeniería genética, correspondiente a la reproducción humana. El profesor de biología reproductiva de la Universidad de Leeds en Inglaterra en su obra nos transporta, por medio de una serie de metáforas, a la comprensión de la reproducción artificial humana. Nos habla de sus primeras experiencias realizadas en este campo en los laboratorios de la Universidad de Cambridge en la década de los setenta, así como de sus últimos descubrimientos, pero simultáneamente hace una valiosa advertencia al caracterizar a esta nueva era como de consumismo eugenésico (eugenesia-mejoramiento de la raza). En su opinión, las personas no se preocupan por el abuso en la libertad reproductiva, sino por tener un niño saludable que pueda enfrentar el difícil mundo que se está conformando en la actualidad. Continúa dicien-

do que si este siglo se ha preocupado por el control de la natalidad, el venidero cambiará el enfoque hacia la "producción" de niños libres de defectos, atractivos, inteligentes, y que lleguen en el tiempo correcto. *El diseñador de bebés* consta de nueve capítulos: 1. El mito y el monstruo; 2. El niño precioso; 3. La búsqueda de la perfección; 4. Actuando como Dios; 5. Fuera de los clones; 6. La selección del sexo; 7. Las otras matrices; 8. ¿Nunca es tarde?, y 9. Las libertades reproductivas. También tiene un breve glosario de términos (4 páginas) y una serie de lecturas sugeridas por cada uno de los capítulos.

Desde el primero de ellos, Gosden muestra cierta afición literaria al relatar de manera sintética el nacimiento de la obra maestra *Frankenstein*, de la autora inglesa Mary Shelley. El mito de la creación de la novela es casi tan compulsivo como el de la creación del monstruo. Cuando ella tenía dieciocho años, en compañía de tres amigos, entre los cuales se encontraban Lord Byron y Percy Shelley, decidieron escribir cuentos de misterio o acerca de lo sobrenatural. Esta decisión se produjo mientras vacacionaban, como una especie de juego compartido. La joven mujer tomó dicho juego muy en serio, y pensó en el cuento durante algún tiempo, sin resultados. Finalmente, tuvo un sueño o una visión de "...un pálido estudiante de artes no santas que se arrodillaba ante la cosa que había puesto junto a él". Esa cosa pálida llegó a ser Víctor Frankenstein

y el personaje central del cuento sobrenatural de Mary Shelley, una de las historias de horror más provocativas de todos los tiempos. Con este capítulo inicial, Gosden define una serie de líneas que se desarrollarán en capítulos posteriores. Por ejemplo, en el capítulo 5 describe el uso de la electricidad de manera concomitante con pequeños instrumentos de manipulación genética para la generación de seres clonados. Inicia este apartado con una explicación detallada del nacimiento de la oveja escocesa Dolly, uno de los primeros animales obtenidos mediante este proceso de ingeniería genética. Destaca quizá como dato curioso el probable origen de la idea de clonar un ser vivo, la cual surgió a partir de una charla en un bar. En una conversación casual con otros científicos, Ian Wilmut fue convencido de la posibilidad de clonar a los animales de granja, mediante la fusión de células obtenidas de embriones y fetos. También el nombre de la oveja tuvo un comienzo “poco científico”; proviene del patronímico de la cantante estadounidense de música campirana Dolly Parton. A este respecto, Gosden afirma: “Qué mejor manera de celebrar, que nombrarla –refiriéndose a la oveja– como la cantante norteamericana más famosa por sus atributos físicos.” (p. 121)

En el capítulo 6 muestra una serie de métodos para la determinación del sexo en los bebés; desde el de Hipócrates, médico griego quien opinaba que el testículo derecho generaba varones, hasta la creencia popular consistente en suspender un anillo de oro atado en un hilo sobre el vientre de la mujer embarazada y observar los movimientos descritos por este objeto, si el movimiento es pendular se dice que será niño, y si es circular será una niña. En este trayecto histórico menciona el método empleado por los egipcios, consistente en rociar orina de la mujer probablemente embarazada en granos de cebada y de trigo. Si ambos germinaban era una prueba de embarazo; si la cebada era la que generaba brotes, el producto sería varón,

pero si esto ocurriera en el trigo, sería niña. Ahora se utilizan medios modernos como el ultrasonido o toma de muestras de la membrana prenatal para detectar posibles enfermedades. En la primera prueba existen ciertas dudas porque depende de la visión del sonógrafo que interprete la imagen. Aunque algunos expertos en esta materia afirman que pueden determinar el sexo del feto a las 12-14 semanas (a partir del último periodo menstrual de la madre, p. 152), en la segunda prueba bastan tan sólo 10 semanas (p. 153). También se menciona la obtención del líquido amniótico, prueba empleada por algunos médicos, pero que puede ocasionar lesiones en el feto si no se realiza de manera adecuada. En esta sección Gosden introduce asimismo algunas diferencias culturales que inducen la preferencia de las personas por un sexo u otro. Menciona el caso de una mujer israelí que vivía en los Estados Unidos y concibió gemelos, un niño y una niña. El matrimonio estaba contento por el nacimiento, aunque pensaba que el hijo podría morir al realizar su servicio militar, ya que sería enviado a la guerra. Otro ejemplo es la Clínica Londinense del Género, donde Alan Rose discute con los pacientes los procedimientos genéticos empleados por él y su especialista en espermatología, el bioquímico Peter Liu, para la obtención de bebés con el sexo que sus pacientes desean. La clientela que acude a la Clínica es fundamentalmente asiática (aproximadamente dos millones) y con la idea fija de concebir un hijo; los caucásicos que asisten a ella no van preferentemente por una niña. A lo largo de este capítulo y el subsecuente, Gosden habla de métodos alternativos, como la implantación de óvulos fecundados en la matriz de la madre o la contratación de una madre sustituta que lleve el embarazo a buen término. Cabe destacar que este libro es interesante, pero está escrito en un estilo típicamente inglés, lo cual podría dificultar un poco la lectura si no se está familiarizado con el lenguaje coloquial de esta nación. ●

El Conacyt y la Universidad Laval de Quebec firman convenio de colaboración para el otorgamiento de becas

Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y François Tavena, rector de la Universidad Laval del gobierno de la provincia de Quebec, Canadá, firmaron el documento en que se establece que por cada dos estudiantes que reciban una beca del Conacyt, y que elijan estudiar en la Universidad Laval, esta última otorgará una tercera adicional por el monto de la colegiatura a un becario del Consejo.

Bazdresch señaló que la firma de este convenio representa una certidumbre mayor de que el Conacyt seguirá apoyando en los años venideros a los mejores estudiantes del país, para la obtención de posgrados y para vincularlos con los grupos de investigación consolidados mundialmente. Además explicó: “El 8% de los becarios del Conacyt están en Canadá, y al principio de la presente administración sólo era el tres por ciento.”

El director General del Consejo afirmó que en las actuales condiciones de fluctuación del sistema financiero internacional, estos esquemas de cofinanciamiento son un instrumento indispensable para lograr la viabilidad del programa de becas en el largo plazo, y para que los recursos públicos que administra el Conacyt tengan un importante efecto multiplicador.

Por su parte, François Tavena comentó que la experiencia de la Universidad Laval con estudiantes mexicanos es óptima, puesto que han demostrado su excelencia, “son trabajadores empecinados, bien preparados, dispuestos a aprender, y cuando egresan se convierten en importantes colaboradores”. Esto último, alienta y estimula el compromiso del Consejo

de seguir procurando fuentes adicionales para financiar los costos de la formación de posgrado, tanto en México como en el extranjero, indicó el licenciado Bazdresch.

En la firma de este convenio también estuvieron presentes Jean Marie Barrete, encargado de Negocios de la Delegación General de Quebec en México, y por el Conacyt, Jaime Martuscelli, director adjunto de

Investigación Científica; Adrián Jiménez, director adjunto de Política Científica; Claudia González Brambila, directora adjunta de Asuntos Internacionales y Becas; Ramiro García, director adjunto de Modernización Tecnológica; Luis Ponce, director adjunto de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional, y Francisco Fernández de Castro, director adjunto de Administración y Finanzas. ●



Carlos Bazdresch, director general del Conacyt, y François Tavena, rector de la Universidad Laval de la provincia de Quebec, después de la suscripción del convenio.

Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación en Ciencias Sociales

// La investigación de las ciencias sociales en el país presenta un rezago importante, debido en primer lugar a la poca inversión que se destina a ella, pero también al reducido número de investigadores sociales con los que cuenta el país, y a la necesidad de incrementar la oferta de proyectos. La investigación social en México requiere de mayor impulso”, afirmó Jaime Martuscelli, director adjunto de Investigación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), al inaugurar el Primer Congreso de Responsables de Proyectos de Investigación del Comité de Ciencias Sociales. El funcionario reconoció que los recursos que se destinan al área social son insuficientes, pero de ninguna manera suponen desdén hacia esas disciplinas, puesto que hay una tendencia creciente en la oferta de proyectos de investigación en ciencias sociales.

Por su parte, Marcial Bonilla, director de Apoyo a la Investigación Científica del Conacyt,

dijo que uno de los propósitos de este Primer Congreso de Ciencias Sociales es el de colocar la investigación de esta área en su nivel real, mediante la evaluación y autocrítica de los responsables de proyectos de investigación social, que financia el Consejo.

Durante el evento se llevó a cabo la conferencia magistral titulada Los retos actuales de las ciencias sociales, en la que Hugo Zemelman Merino, del Centro de Estudios Sociológicos de El Colegio de México, dijo que si bien la falta de recursos no es la limitante fundamental de la investigación social, sí es un factor definitivo que no debe descuidarse, y agregó que la investigación social en México cuenta con una institución, como es El Colegio

de México, bastión de primer nivel para las ciencias sociales.

Zemelman aseguró, además, que el problema fundamental de las ciencias sociales reside, mayoritariamente, en el investigador y en su formación, dado que la tendencia ha sido convertirse en mero cronista, dedicado a formularse preguntas a las que quiere contestar, y sostuvo que la labor del cientista social es analizar la realidad y no sólo describirla, desarrollando la capacidad de presentar soluciones metodológicas, para lo cual el espacio conceptual y real de las universidades públicas es imprescindible por el alto contenido de compromiso social implícito que supone, y para el que no hay alternativa. 🌐



Hugo Zemelman Merino sustentó la conferencia magistral: Los retos actuales de las ciencias sociales.

Primer Congreso de Responsables de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas

José Sarukhán, coordinador de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), señaló la necesidad de que se adopten medidas preventivas para evitar los incendios forestales en el territorio nacional, en vísperas del inicio de la temporada de estiaje. En su ponencia Desarrollo y aplicaciones del conocimiento para la conservación y manejo de la diversidad biológica en México, que presentó dentro de las actividades del Primer Congreso de Responsables de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas, organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sarukhán manifestó que es indispensable tomar las providencias necesarias para evitar dichos fenómenos que tantas pérdidas ocasionan al país.

Como una de estas medidas preventivas, el coordinador nacional de la Conabio –institución que desde 1992 reúne y busca todos los datos posibles sobre la biodiversidad biológica en el país, para ofrecerlos a los usuarios– mencionó la lectura de la información contenida en la página de Internet de esa institución, y explicó que por medio del sensor denominado DMSR, que es un satélite no comercial, se pueden localizar los puntos de calor en nuestro país y consecuentemente alertar a las comunidades afectadas y, dado el caso, combatir rápidamente el fuego.

En otra parte de su exposición, Sarukhán mencionó que los registros organizados por la Conabio están basados en datos obtenidos a lo largo del tiempo en nuestro país y en el extranjero sobre nuestra biodiversidad. Además,

el ex rector de la Universidad Nacional Autónoma de México expuso que la Conabio no hace investigación de campo, sino que es un receptor de conocimientos acerca de los recursos naturales. Asimismo, indicó que mediante el establecimiento de un inventario de especies, de la estructuración y manejo de un sistema nacional de información sobre biodiversidad y del apoyo a proyectos de investigación de recursos biológicos, se pretende que esta información influya en el desarrollo de políticas de conservación y manejo de nuestros recursos. 🌐

Reunión sobre políticas y programas de semillas en América Latina y el Caribe

Con el propósito de facilitar la puesta en práctica de algunos de los elementos del Plan global de acción para la conservación y utilización de los recursos genéticos de plantas para la agricultura y la alimentación, el Centro de Investigación Científica de Yucatán fue la sede de la Reunión técnica regional sobre políticas y programas de semillas en América Latina y el Caribe, auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Los participantes del encuentro, que se realizó del 20 al 24 de marzo pasado, suscribieron un manifiesto que destaca la importancia de crear condiciones que conduzcan al desarrollo equilibrado de los sistemas formal e informal de abastecimiento de semillas e insiste en la necesidad de establecer una mejor coordinación de los esfuerzos regionales, nacionales e internacionales, para reforzar el sector de semillas en la región. En el documento se explica que pocos países tienen un sector formal bien desarrollado, con buena infraestructura, leyes de semillas y sistemas de certificación, así como procedimientos para evaluar las variedades, porque el agricultor tiene derecho al uso de los resultados de la biotecnología para garantizar la competitividad de sus productos. Dicho manifiesto se refiere también a las investigaciones que demuestran de manera científica que los productos genéticamente modificados y liberados para utilización son tan seguros como los no modificados.

Los asistentes propusieron y acordaron establecer un Foro Consultivo Latinoamericano y del Caribe sobre políticas y programas de semillas, que pretende facilitar la colaboración científica entre los países en materia de producción en las redes existentes y apoyar a las de nueva creación en caso de ser necesario. También deberá actuar como catalizador para

promover el abastecimiento de grano mejorado y la evolución, conservación y utilización de los recursos genéticos de cultivos.

Los trabajos del Foro serán apoyados por grupos de técnicos y científicos que vincularán las iniciativas sobre semillas en las diferentes partes de la región, y se dividirá en cinco grupos que coordinarán los trabajos para abordar cada uno de sus problemas agrícolas. El primer grupo se refiere a los sistemas de información, capacitación y fortalecimiento institucional, y será coordinado por Brasil; el grupo dos será coordinado por México y estudiará el sistema de suministro de semillas, formales e informales; el tercer grupo, coordinado por Colombia, trabajará en torno a las políticas en materia de semillas, la armonización de leyes y la propiedad intelectual de variedades de semillas; el cuarto, encabezado por Cuba, promoverá el desarrollo de la biotecnología y la bioseguridad en la producción e identidad genética de granos de calidad, y el quinto, trabajará por la seguridad de las semillas en situaciones de emergencia y será coordinado por Belice.

Como resultado de las discusiones, los

participantes señalaron que en materia de organismos genéticamente modificados y su efecto en la agricultura se debe promover el intercambio de información entre instituciones y especialistas en biodiversidad e inocuidad. En cuanto a la administración y conservación de la diversidad genética de los cultivos para su utilización sustentable en el desarrollo de variedades mejoradas para los agricultores de América Latina y el Caribe, los expertos indicaron que es necesario definir mecanismos de carácter nacional, subregional y regional, para facilitar el acceso a la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su empleo.

En la reunión participaron 31 representantes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Venezuela, Brasil, Haití, y México, así como los países de habla inglesa Antigua, Bahamas, Barbados, Belice, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, Saint Christopher and Nevis, Santa Lucía, San Vicente, Surinam y Trinidad y Tobago. 🌐



Mapas biológicos para prevenir daños en tejidos sanos de pacientes con cáncer

Investigadores del Grupo de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) desarrollan los denominados mapas de Dosis Biológica Efectiva (DBE), para planear los tratamientos a que son sometidos los enfermos de cáncer; dichos mapas se realizan con el apoyo de Juan Montoya, del Departamento de Física del Hospital General de México, y permiten prever de qué manera afectará la radiación el tejido sano de los pacientes y valorar si la dosis tendrá un efecto temprano o tardío sobre ellos antes de aplicar el tratamiento de teleterapia.

Verónica Medina, Oscar Yáñez y Raquel Valdés Cristerna, profesores del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UAM, son pioneros en la elaboración nacional de este tipo de mapas, que superan en precisión y capacidad a los de dosis física, que sólo muestran la distribución de esta última, sin tomar en cuenta la sensibilidad del tejido a la radiación. Dichos mapas computarizados están en la fase de prototipo y una vez concluidos podrían utilizarse en los sistemas de planeación de tratamientos de teleterapia en otros hospitales. Valdés Cristerna explicó que la radioterapia se divide en braquiterapia y teleterapia: “En la primera, la fuente de radiación se implanta con

una sonda o aguja en la parte afectada, a través de una cavidad del paciente, y en la segunda, la fuente está alejada del individuo un promedio de 60 centímetros a un metro.” Además, señaló que cuando un paciente enfermo de cáncer es candidato a radioterapia es preciso planear el tratamiento propuesto para asegurarse de que es la mejor opción, lo cual consiste en estimar la distribución espacial de la dosis de radiación que recibirá el paciente.

Los mapas de alta resolución de DBE permiten lograr mayor control de calidad en el servicio de teleterapia de la clínica y proporcionan más elementos para evaluar y, en su caso, corregir la propuesta terapéutica. Valdés Cristerna subrayó que un elemento fundamental para elaborar los mapas de DBE es la referencia anatómica del paciente, la cual se adquiere por medio de una imagen de tomografía axial por rayos X o por resonancia magnética nuclear, y ambas permiten una identificación más clara de las regiones de interés, como son el órgano blanco, el tejido crítico o el tejido sano.

La investigadora de la UAM indicó que es necesario digitalizar esta referencia anatómica y llevar a cabo la segmentación en regiones de interés, para poder conservar la información sobre los diferentes tejidos y su posible respuesta diferencial a la radiación: “Resulta clínicamente relevante modelar los posibles efectos de dicha radiación en los diversos tejidos del paciente y así constatar que al tejido canceroso le llegue mayor cantidad de ella y en dosis menor al tejido sano.”

El aspecto técnico del proyecto tiene un avance del 80%, e inicialmente se aplicará en el Hospital General de México, cuando se cuente con las tomografías suficientes para la teleterapia, ya que su disponibilidad es limitada por la elevada demanda que existe. ●



IX Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica

La Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), por intermedio de su presidenta, Alexandra Sapovalova, y del rector de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Marco Antonio Aguilar Cortés, organizó la novena edición del Congreso Nacional que tuvo el objetivo de reunir en dicha casa de estudios a los principales divulgadores del país, el pasado mes de abril. Bajo el lema “La divulgación de la ciencia y la técnica hacia el nuevo milenio” se llevó a cabo el encuentro organizado en cinco mesas de trabajo y un simposio, denominado La investigación ecológica y la supervivencia del planeta, coordinado por Luis Estrada, quien abordó el tema de la difusión de los retos y las perspectivas de la ecología en la actualidad.

La primera mesa, denominada Experiencias y análisis en la divulgación científica y tecnológica, contó con la participación de Eduardo Loría, editor de *Ergo Sum*, así como de Estrella Burgos, editora de *¿Cómo ves?*, quienes expusieron los casos de sus respectivas revistas respecto a su labor divulgadora; asimismo, se trataron los temas de las ferias, los talleres, las exposiciones itinerantes, y el Internet, entre otros mecanismos de difusión e interacción.

Reflexiones sobre la divulgación, fue el título de la segunda mesa de trabajo, donde Arcadio Monroy Ata y Felipe Patiño Landa expusieron el tema “Construyendo puentes entre la ciencia y la cultura mexicana”; Juan Tonda Mazón habló sobre “Los intérpretes de la ciencia y la técnica”, y Julieta Fierro expresó algunas consideraciones sobre dicho tema. También se profundizó en el papel del divulgador a través de la historia y sus perspectivas en el nuevo siglo, así como de los lineamientos y derechos en su trabajo.

Otra mesa se denominó Enseñanza formal,



diagnósticos y análisis, y en ella se dieron a conocer las experiencias de los divulgadores al realizar experimentos didácticos en las escuelas, como estrategias educativas y como promotoras de la vocación científica entre los estudiantes. Los participantes de la cuarta mesa realizaron la presentación de programas institucionales, en los que ha intervenido la divulgación de la ciencia y la técnica, y en la quinta, sobre video y teatro, se presentaron algunos proyectos de difusión científica y tecnológica que toman como herramientas importantes la música y la actuación.

Cabe señalar que los patrocinadores del evento fueron el gobierno del estado de Michoacán de Ocampo, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y la Comisión Federal de Electricidad, así como otras entidades del gobierno del estado. ●

Nuevo Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias y entrega de los Premios Weizmann

René Drucker Colín tomó posesión como nuevo presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) el pasado 27 de marzo, en el auditorio Jaime Torres Bodet del Museo Nacional de Antropología. Durante la ceremonia se entregaron los premios Weizmann, otorgados por la Third World Academy of Science (TWAS) en ciencias exactas y naturales y de la AMC a las mejores tesis doctorales en ciencias sociales. “La ciencia en México debe ser contemplada como la inversión más eficaz que puede hacerse para asegurar el desarrollo de la nación, y en los países del Tercer Mundo la ciencia debe significar esperanza”, puntualizó René Drucker Colín, quien asumió su nuevo cargo en una ceremonia en la que fue inaugurado el XLI Año Académico; asimismo se dio ingreso a 106 nuevos miembros y fueron entregados distintos premios a los mejores trabajos de este año sobre investigación en ciencias naturales, exactas y sociales.

El nuevo presidente de la AMC señaló: “Un alto nivel de vida sólo es posible para quienes controlan las tecnologías de producción más avanzadas, las cuales no tenemos. Un país que fabrica, o peor aún, que sólo ensambla mercancías de la segunda revolución industrial, no tiene acceso a los salarios altos, que sólo se otorgan en países donde ya se dio la tercera revolución industrial, con la informática, la biotecnología, la tecnología espacial, las nuevas energías, los nuevos materiales y la biomedicina molecular, entre otros.” Durante su discurso Drucker Colín se pronunció por prestar mayor apoyo a la ciencia nacional.

El presidente saliente, Francisco Bolívar Zapata, rindió su último informe de actividades, en el cual resaltó la participación de la AMC, a fin de elaborar la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica,

aprobada el 30 de abril de 1999, de la que se desprendió la creación del Gabinete Especializado de Ciencia y Tecnología de la Presidencia de la República. Asimismo, destacó el establecimiento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados, a partir del estudio para crear una comisión destinada al manejo de plantas transgénicas, solicitado también por el presidente Ernesto Zedillo a la Academia Mexicana de Ciencias, al Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Durante el acto se hizo entrega de los premios de la Academia por las mejores tesis de doctorado en ciencias sociales a Ismael Ledezma Mateos y a Erika Gabriela Pani en el área de historia, y a Francisco Miranda López en sociología. También se entregaron los Premios Weizmann a los investigadores menores de 35 años Gildardo Cruz de León y Arturo Cueto Hernández, en ciencias exactas, y a Tomás David López Díaz y Tamara Luti Rosenbaum, en ciencias naturales. El Premio TWAS se otorgó al trabajo de Alejandro Ramírez Solís, joven científico mexicano que se desempeñó en colaboración con científicos de otros países del Tercer Mundo en las áreas de ciencias sociales y exactas.

Al evento asistieron titulares y representantes de la Academia y de educación superior del país, entre los que se puede mencionar a Miguel Limón Rojas, secretario de Educación Pública, Rafael Tovar y de Teresa, director del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, así como Diódoro Guerra, director General de Instituto Politécnico Nacional. ●

Observatorio Espacial Newton

En la universidad inglesa de Leicester se han recibido las primeras imágenes por rayos X del universo, tomadas por la nave espacial XMM de la Agencia Espacial Europea (ESA), tras la puesta en marcha de los telescopios que lleva la nave. El XMM Newton Observatory fue llamado así en honor de Isaac Newton (1642-1727), el famosísimo astrónomo y matemático británico. Roger Bonnet, director científico de la ESA, explicó: "Newton fue el inventor de la espectroscopia, y la misión XMM es espectroscópica".

Por su parte, Martin Turner, investigador de la Universidad de Leicester y director científico de la cámara principal de rayos X de esta misión, ha afirmado que para obtener las primeras imágenes de dos zonas distintas extragalácticas se utilizaron las tres cámaras de fotones (European Photon Imaging Cameras o Epics), con lo que se ha demostrado el funcionamiento integrado del observatorio espacial. Turner explica: "En la Gran Nube de Magallanes podemos ver claramente los elementos constitutivos de las estrellas y los planetas que se formaron como consecuencia de las gigantescas explosiones galácticas de enorme fuerza."

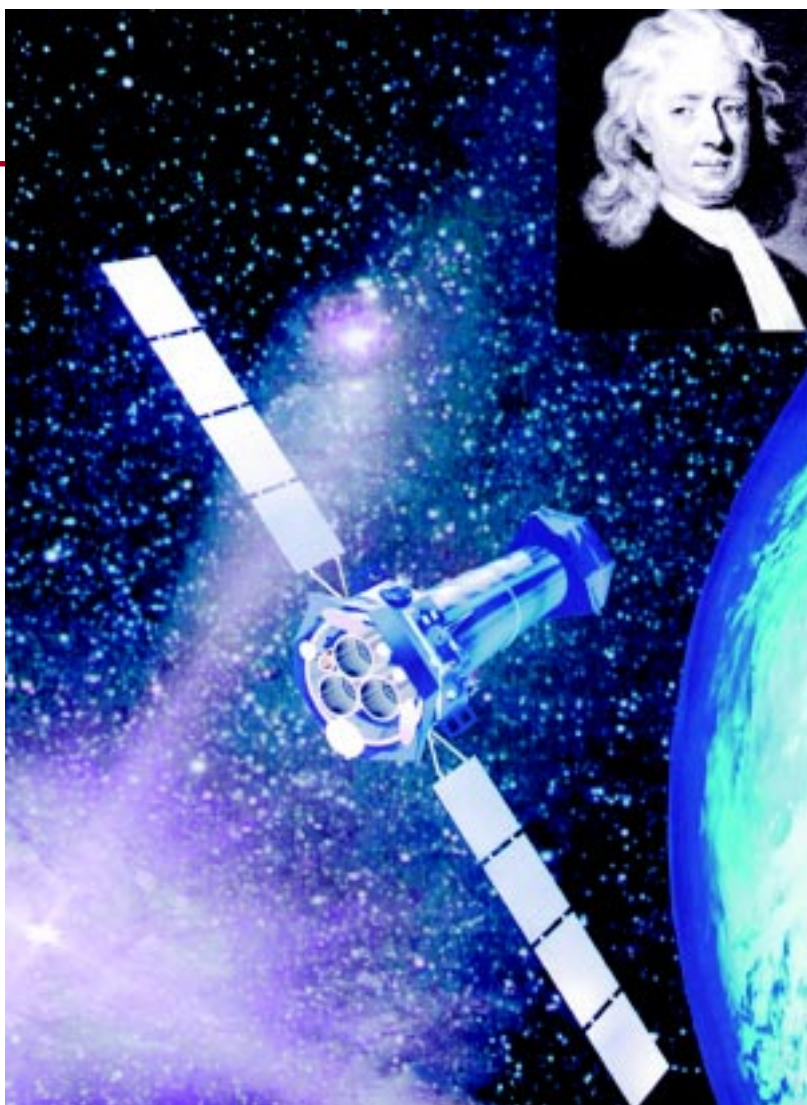
En el satélite XMM está instalada también una cámara óptica, construida por el laboratorio británico Maullard Space Science, que tomaba imágenes de la misma zona fotografiada por las cámaras de rayos X, y el estudio de estas primeras imágenes permitió descubrir de inmediato varios objetos celestes invisibles ópticamente. Hasta ahora, el funcionamiento del XMM Newton ha sido perfecto; todos sus sistemas se han comprobado y puesto en marcha como se esperaba, y el observatorio puede seguir durante los próximos 10 años a la vanguardia en la investigación astronómica mundial. Este es el mayor satélite europeo

dedicado a investigaciones científicas, con una altura de 10 metros, y el telescopio con mayor potencia del mundo, capaz de ver mucho más que cualquier otro telescopio de rayos X utilizado hasta ahora, lo cual le permitirá detectar millones de nuevas estrellas.

La posibilidad de observar estrellas desconocidas hasta ahora hará posible conocer objetos mucho más alejados en el universo, por lo que los científicos esperan que eso les permita tener una idea más clara de cómo se formó nuestro sistema solar, e incluso de descubrir nuevos objetos de un tipo desconocido hasta

ahora y realizar otros experimentos, pues los rayos X proceden de los lugares más cercanos a las enormes fuentes de energía, y para captarlos el XMM lleva tres juegos de 58 espejos concéntricos, instalados unos dentro de otros, que van dirigiendo los rayos X hasta otro espejo situado a 7.5 m de los anteriores, en el otro extremo del satélite.

En cuanto al telescopio óptico, también permitirá a los científicos analizar la composición de los objetos celestes, mediante espectrómetros complejos especialmente diseñados y construidos en parte en el mismo



Sir Isaac Newton observa el satélite de la ESA, que fotografía el universo por rayos X para buscar nuevos agujeros negros y otros misterios todavía sin resolver.

CORTESÍA AGENCIA EUROPEA



Las vacunas del futuro

Parásitos, bacterias y virus atacan constantemente nuestro organismo, y la tarea del sistema inmunitario consiste en identificar estos agresores, con el fin de desencadenar una reacción capaz de eliminarlos; después, este sistema guardará memoria del agente infeccioso, con lo cual nuestro cuerpo sabrá reconocer y podrá prevenir los futuros ataques del mismo agente.

La vacunación se basa en esta propiedad del sistema inmunológico, y para aplicarla se inocula en el organismo un “material biológico” que imita al agente infeccioso, de forma tal que dicho sistema organiza la resistencia. Actualmente, la mayor parte de las vacunas contiene ya sea un agente muerto (virus, bacteria o molécula), un agente vivo desactivado, o un fragmento purificado del agente, y su preparación se basa en la multiplicación de dicho agente en un animal o en cultivos de células humanas; no obstante, estas modalidades de obtener las vacunas presentan limitaciones.

En los ochenta, la industria biomédica invirtió en la investigación de nuevas vacunas, basándose en las herramientas recientes de la biología molecular, pues mientras que en los setenta se ignoraba cómo secuenciar un gen, actualmente el progreso de la ingeniería genética permite lograr en menos de seis meses un genoma bacteriano completo, conteniendo tres millones de pares de bases.

Gracias a la manipulación de los genes de los virus, de las bacterias o de los parásitos definidos como blancos, los laboratorios farmacéuticos y de investigación conciben en la actualidad vacunas totalmente nuevas y los investigadores pueden recombinar varios genomas del virus o de las bacterias y también insertar ciertos genes de uno en el genoma de una cepa viral o bacteria atenuada. Esto quiere decir utilizar de nuevo un virus vector,

desprovisto de virulencia para la especie a vacunar, e insertar en su genoma uno o varios genes extraños, pertenecientes a otro agente. Así, el virus o la bacteria sirve de “vehículo” o incluso de “presentador” de antígenos para el sistema inmunitario.

Cinco laboratorios del Instituto Pasteur de París trabajan actualmente en la elaboración de vacunas recombinantes de salmonela, adenovirus y BCG. Y en el capítulo de las vacunas contra el sida, la empresa Pasteur-Mérieux-Connaught de Lyon lleva a cabo ensayos sobre vacunas recombinantes a base de



laboratorio Mullard. Con los espectrómetros se van a tomar medidas exactas de la energía de las explosiones espaciales y a calcular la composición química, la densidad, la temperatura y los patrones de movimiento de los gases en extremo calientes que emiten los rayos X, y esta información ofrecerá una visión única de lo que sucede en el espacio. Por otro lado, el XMM permitirá analizar los efectos de la “materia oscura” que domina el universo, estudiando sus misteriosos efectos gravitatorios.

El satélite fue lanzado en el cohete Ariane 504 y se prevé que esté en órbita terrestre entre dos y diez años, y para procesar los primeros datos que se empezaron a recibir el mes pasado, en la Universidad de Leicester se ha creado un nuevo centro de proceso, el cual se ha puesto a disposición de todos los astrónomos de Europa.

Si se toma en cuenta lo que ha costado la misión de la ESA, tanto a la propia agencia como a los distintos países que han colaborado, el total invertido superará los 500 millones de libras (unos 760 millones de euros).

Para obtener mayor información, dirigirse a:
Charlotte Allen,
Press Office,
Particle Physics and Astronomy Research Council (PPARC),
Polaris House,
North Star Avenue,
Swindon, Wiltshire, United Kingdom, SN2 1SZ.
Tel.: +44 1793 44 20 12.
Correo electrónico: Charlotte.Allen@pparc.ac.uk



Laboratorios Transgene.

inmunitario a reaccionar contra el agente infeccioso.

La empresa Transgene realiza actualmente en Estrasburgo cuatro ensayos clínicos de fase II en vacunas genéticas terapéuticas para el tratamiento de melanomas y cáncer de pulmón, de mama y de próstata. En caso de obtener resultados concluyentes para el cáncer de la próstata, la fase II podría permitir la presentación de un expediente de autorización de lanzamiento en el mercado americano a finales del 2000.

En promedio, se estima que el desarrollo de una nueva vacuna dura 10 años y que cuesta entre 200 y 300 millones de dólares; sin embargo, los mercados más importantes en número de dosis necesarias son, precisamente, los de los países más pobres. Una paradoja a resolver. ●

Contacto en Francia:
INSTITUT PASTEUR
Dr. Marie-Louise Michel, ingeniero de investigación,
Unité de Recombinaison et Expression Génétique
(INSERM U. 163)
Département des Rétrovirus
28, rue du Docteur Rux
F-75724 Paris Cedex 15
Tel.: 33 1 45 68 88 49
Fax 33 1 45 68 89 43

Contacto en México:
Centro Francés de Prensa Industrial y Técnica
Evelyne De Bruyne
Tel.: (52) 52 82 98 31
Fax (52) 52 82 98 34
E-mail: cefrapit@ri.redint.com

virus conarypox en voluntarios sanos, seronegativos para el VIH. Por otra parte, el aislamiento y el clonado de los genes que codifican los antígenos de los virus, de las bacterias y de los parásitos han permitido pasar a la etapa de "fábricas biológicas". El gen codificador de determinado antígeno se introduce en una bacteria, una levadura o una célula animal que fabricará el antígeno, y el Instituto Pasteur ha puesto a punto una vacuna subunidad contra la hepatitis B (300 millones de personas infectadas en el mundo, seis mil nuevos casos en Francia) a partir de células

ováricas de hamster chino genéticamente modificadas. Esta vacuna ha sido comercializada por los laboratorios Pasteur Merieux-Connaught desde 1989.

Las principales compañías farmacéuticas trabajan en las vacunas con ácido desoxirribonucleico desnudo para prevenir una veintena de enfermedades entre las cuales se encuentran la gripe, el sida, la rabia y las hepatitis B y C, así como los virus de la leucemia humana (HTLU-1) y el papiloma humano (HPV) responsable del cáncer del cuello del útero. Por su parte, las vacunas terapéuticas "aprenden" del sistema

Humberto Bravo Alvarez, autor del artículo

“Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas”, nació en 1930 en Veracruz, realizó su licenciatura en química en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y la maestría en química nuclear en esta misma institución, y posteriormente obtuvo el grado de doctor en ingeniería en la Universidad de West Virginia. Asimismo, llevó a cabo sus estudios de especialización en higiene industrial e instrumentación ambiental en el Robert A. Center de la Universidad de Cincinnati en los Estados Unidos. Es investigador en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, donde se desempeña como jefe de la sección de Contaminación Ambiental, desde 1977 y su área de interés por más de 30 años ha sido la contaminación e ingeniería ambiental. Es autor del libro *La contaminación ambiental en México* y coautor de más de 50 artículos con arbitraje y más de 15 colaboraciones en libros relacionados con dicho tema. Ha sido profesor de asignatura en la maestría en ingeniería ambiental en la UNAM y ha participado como árbitro de revistas internacionales y como evaluador de proyectos de investigación para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En 1994, recibió el premio Frank A. Chambers, de la Air & Waste Management Association, y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y del Comité Científico para el Estudio del Ozono en Norteamérica del National Science Council de los Estados Unidos.



Correo electrónico: hbravo@servidor.unam.mx

Laura Margarita Granada Macías, coautora

del artículo “Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas”, nació en 1961 en la ciudad de México; obtuvo la licenciatura en biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y se ha desempeñado en varios proyectos de investigación de la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la propia UNAM, apoyados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Petróleos Mexicanos y la Universidad Iberoamericana. Su área de interés es el uso de bioindicadores en la detección de efectos por contaminantes y el estudio y monitoreo de la calidad del aire y de la lluvia ácida en diversos lugares de la República Mexicana. Actualmente colabora en un proyecto relacionado con la implantación de una técnica para determinar la toxicidad de lodos gastados en la perforación de pozos petroleros.



Elisa Guillén Argüelles, autora del artículo “Perspectivas de la profesión contable sobre la protección del ambiente”, nació en Loma Bonita, Oaxaca, el 8 de junio de 1956. Estudió su licenciatura en

contaduría en el Instituto Tecnológico de Tuxtpec; realizó estudios de maestría en planeación y desarrollo del turismo en la Universidad de Surrey en el Reino Unido, y desde 1984 es profesora titular de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Cancún, y miembro del Colegio de Contadores Públicos de Cancún, A.C. y del Instituto Mexicano de Contadores Públicos. Actualmente realiza estudios de doctorado en el Departamento de Geografía de la Universidad de Reading, con el proyecto titulado “Evaluación de los impactos ambientales del ecoturismo a través de la auditoría ambiental en el Caribe Mexicano”.



Correo electrónico: eguillen-arguelles@geography.reading.ac.uk

Mina Konigsberg, autora del artículo

“Quien no oye consejo no llega a viejo”, 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

Juan Carlos López Alvarenga, autor del

artículo “Una nueva hormona en la obesidad, la leptina”, nació en San Salvador, El Salvador, el 11 de octubre de 1963, y es mexicano por naturalización desde el 15 de noviembre de 1997. Es médico cirujano por la Universidad Evangélica de El Salvador, con especializaciones en medicina interna por el Instituto Salvadoreño del Seguro Social, y en endocrinología y nutrición realizadas en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como en el Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ), mediante una beca otorgada por la Secretaría de Relaciones Exteriores. Asimismo, llevó a cabo una maestría en ciencias médicas y actualmente realiza un doctorado sobre la misma materia en la UNAM y el INNSZ. Desempeña el cargo de investigador asociado



“C” del Departamento de Endocrinología y Metabolismo del INNSZ y ha representado a México al participar en congresos internacionales con 17 trabajos de investigación, y ha presentado 31 resúmenes de estudios en congresos nacionales. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura y cinco para especialidad médica; actualmente es becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para los estudios de doctorado en ciencias médicas. Recibió el segundo lugar en el concurso Lilly por investigación en endocrinología en 1996, así como el Diploma de Excelencia Académica por su trabajo de investigación, en la Facultad de Medicina de la UNAM, en 1997, y la Medalla Alfonso Caso, otorgada por la máxima casa de estudios, en 1998.

Correo electrónico: jclalvar@aztlan.innsz.mx

César Medina Salgado, autor de la reseña del libro *Designer Babies: The Brave New World of Reproductive Technology*, obtuvo la licenciatura en administración por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y la maestría en administración pública en el Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. Actualmente cursa el doctorado en estudios organizacionales en la UAM, y desde 1989 a la fecha ha fungido como profesor titular “C” del Departamento de Administración de la misma casa de estudios. Es autor de 15 artículos publicados en revistas de circulación nacional e internacional, así como de dos capítulos de libros, y de la obra *Ciencia y tecnología, un enfoque administrativo*, publicada por la propia institución en 1994.



Fax 5382 4052

Pedro A. Mosiño Alemán, coautor del artículo “Pronóstico y naturaleza”, nació el 31 de enero de 1922 en Irapuato, Guanajuato. Realizó sus estudios profesionales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Pertenece a la Unión Geofísica Mexicana y a la Organización de Meteorólogos Mexicanos, A.C. Entre los cargos desempeñados destaca el de investigador científico del Instituto de Ciencias Aplicadas de la UNESCO y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1962, fue también jefe del Servicio Meteorológico Nacional, así como investigador titular “A” de tiempo completo del Instituto de Geofísica de la UNAM, secretario general de la Unión Geofísica Mexicana hasta 1977, secretario técnico del Comité del Programa Nacional Indicativo en Meteorología del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), así como director del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM hasta 1983. Ha publicado más de 35 trabajos, entre ellos una gráfica para corregir las lecturas barométricas que aparece en la *Memoria del Congreso Científico Mexicano de 1953; Clasificación de las configuraciones del flujo*

aéreo sobre la República Mexicana. Ingeniería hidráulica en México, vol. XII, 1958; *La precipitación y las configuraciones del flujo aéreo en la República mexicana. Ingeniería hidráulica en México*, Vol. XIII, núm. 3, y *Evaluación estadística de los experimentos de la lluvia artificial en la cuenca del Río Nazas*, publicación técnica del Instituto de Ciencias Aplicadas (UNESCO-UNAM).

Rafael Patiño Mercado, coautor del artículo “Pronóstico y naturaleza”, nació en la ciudad de México. Realizó estudios en ECPI de México y en Control Data Corporation de México, donde se desempeñó como analista de sistemas operativos. Asimismo, ha concluido diversos cursos sobre meteorología y medio ambiente, y de 1979 a 1993 se desempeñó como técnico académico asociado “C” de tiempo completo en la sección de pronóstico numérico del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Posteriormente estuvo adscrito a la Sección de Climatología Física Dinámica de dicho Centro, donde colabora desde 1993 con el doctor Walter Ritter. Es coautor de 17 trabajos publicados.



Correo electrónico: rafael@servidor.unam.mx

Juan Carlos Raya Pérez, autor del artículo “La evolución humana”, nació el 24 de febrero de 1963 en Manuel Villalongín, Michoacán. Es biólogo por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México y realizó sus estudios de maestría en el Colegio de Posgraduados, con una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Recibió el Premio a la mejor tesis de maestría en el área de fisiología vegetal en el certamen organizado durante el XIII Congreso Mexicano de Botánica, es candidato a investigador por el Sistema Nacional de Investigadores, y actualmente realiza sus estudios de doctorado con una beca del Conacyt, en el área de transducción de señales de plantas.



Fax (462) 39633

Marco Antonio Reyna Carranza, autor de la nota “Cosas del corazón”, nació en Morelia, Michoacán, el 18 de enero de 1965. Realizó sus estudios de licenciatura como ingeniero mecánico electricista, con especialidad en electrónica, en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), así como la maestría en ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y el doctorado en bioingeniería,



con título otorgado por la Universidad Pontificia de Cataluña (UPC), en España. Ha adquirido experiencia profesional en empresas maquiladoras y de informática, y su labor docente la ha llevado a cabo como investigador y catedrático de la UABC y de la UAM, así como investigador de la UPC. Entre sus publicaciones se encuentran tres artículos arbitrados, un subcapítulo de libro, nueve artículos *in extenso*, un artículo arbitrado aceptado para su publicación, seis ponencias internacionales y seis nacionales. Ha sido distinguido con la Medalla al Mérito Universitario por las calificaciones obtenidas en la maestría, así como la Mención *Cum Laude* por unanimidad, otorgada por la UPC. Es investigador repatriado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología desde 1998.

Correo electrónico: reyna@info.rec.uabc.mx

Walter Ritter Ortiz, autor del artículo "Pronóstico y naturaleza", nació en Campo Morado, Guerrero, el 5 de febrero de 1944. Realizó la licenciatura en física matemática en la Universidad Autónoma de su estado natal y la maestría en geofísica, con especialidad en meteorología, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde también obtuvo el doctorado en biología, con especialidad en ecología y medio ambiente. Asimismo llevó a cabo estudios en la Universidad de Trieste y de Villa Monasterio, Italia, así como 16 cursos internacionales de ingeniería de sistemas, ecología y medio ambiente. De 1970 a 1975 fungió como investigador de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, en el Instituto Oceanográfico de Scripps en los Estados Unidos, es profesor de bioclimatología y ecología cuantitativa en el posgrado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, e investigador del Departamento de Climatología Física y Dinámica del Centro de Ciencias de la Atmósfera, de nuestra máxima casa de estudios. Fue becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para la realización de su maestría y posteriormente para efectuar trabajos de investigación acerca del clima y las potencialidades de productividad terrestre. Ritter Ortiz es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y representante de México ante la Organización Meteorológica Mundial para estudios sobre climatología agrícola. Es autor de tres libros y de 60 publicaciones más, y miembro de la American Fisheries Research. Ha brindado asesoría en Nicaragua y Argentina sobre la interacción clima-pesca, y actualmente es profesor visitante en la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y profesor visitante en la Universidad del Mar.



María Isabel Saavedra Rosado, coautora del artículo "Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas", nació en 1955 en la ciudad de México, y obtuvo la licenciatura en química por la Universidad Iberoamericana. Actualmente se desempeña como técnico



académico asociado "C" en la sección de Contaminación Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su área de trabajo e interés ha sido el muestreo y análisis del aire y de la lluvia, y es responsable de la operación e implantación de técnicas analíticas en instrumental especializado. Es coautora y colaboradora en más de 20 artículos arbitrados, relacionados con el tema de la contaminación ambiental, y ha participado como coautora de investigaciones publicadas por organismos tales como la National Oceanic and Atmospheric Administration y la Universidad de Campeche. Actualmente es responsable de las actividades analíticas de proyectos relacionados con el estudio de la lluvia ácida, en colaboración con la Universidad de Colima, la Universidad Veracruzana y el Colegio de Posgraduados de Chapingo.

Pablo Sánchez Alvarez, coautor del artículo "Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas", nació en 1962 en la ciudad de México y realizó sus estudios de biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente es técnico académico auxiliar en la Sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, además de responsable de la operación y mantenimiento de las diferentes estaciones de muestreo y monitoreo de esta sección, localizadas en varios puntos del país. Ha participado en 10 proyectos de investigación, relacionados con el monitoreo y muestreo de contaminantes atmosféricos y lluvia ácida en México; ha colaborado como coautor de más de 10 artículos con arbitraje y de varias contribuciones en libros, y es profesor de asignatura en el Colegio de Ciencias y Humanidades, y coordinador de la estación meteorológica de dicho plantel, donde también funge como director del Programa Internacional de Aprendizajes y Observaciones Globales en Beneficio del Medio Ambiente.



Rogelio Soto Ayala, coautor del artículo "Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas", nació en 1954, en Uruapan, Michoacán, y obtuvo la licenciatura en química y la maestría en química analítica en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha ocupado el cargo de profesor de carrera asociado "C" por más de 15 años en la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la propia UNAM, impartiendo cursos de física, termodinámica, química, métodos numéricos y ecuaciones diferenciales, y ha sido coordinador de los laboratorios de termodinámica y química en esta misma División. Actualmente, es candidato a doctor en ingeniería ambiental por la UNAM, y cuenta con publicaciones relacionadas con la determinación de metales traza en humo de cigarro y en lluvia ácida.





Wolfgang Steffen, autor del artículo “Jets-chorros cósmicos”, nació en Bitburg, Alemania, el 19 de septiembre de 1966 y realizó sus estudios de física y el doctorado en astrofísica, en la Universidad de Bonn. En 1994 inició su actividad profesional como investigador asociado posdoctoral en la Universidad de Manchester, Inglaterra, y desde 1998 es profesor titular “C”, de la Universidad de Guadalajara, México. Ha publicado una memoria, un libro de divulgación, 24 artículos en revistas internacionales con arbitraje y 12 artículos en memorias. Actualmente realiza una Cátedra Patrimonial y proyectos de colaboración con el Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara y el Observatorio Nacional.

Correo electrónico: wsteffen@cencar.udg.mx



Ricardo Torres Jardón, coautor del artículo “Efecto potencial de la lluvia ácida en monumentos mayas”, nació en 1955 en la ciudad de México. Obtuvo la licenciatura en ingeniería química y la maestría en ingeniería ambiental en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y actualmente se desempeña como técnico académico titular “A” en la sección de Contaminación Ambiental del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la propia UNAM. Su área de interés ha sido el estudio de la formación y ocurrencia de la contaminación atmosférica y la lluvia ácida en áreas urbanas y rurales de México. Ha sido profesor de asignatura en la Universidad Iberoamericana, de León, Guanajuato, en la maestría en protección ambiental, y es coautor de más de 30 artículos con arbitraje y 10 colaboraciones en libros sobre contaminación ambiental. Actualmente es responsable de la auditoría en la operación de los equipos de monitoreo y muestreo, así como en el manejo estadístico de datos generados en esta sección. Además, participa en un proyecto en colaboración con la Universidad de Riverside, California, para estudiar la formación de ácido nítrico en la atmósfera de la ciudad de México.

Alejandro Carlos Uscanga Prieto, autor del artículo “La cooperación regional en el Pacífico asiático”, nació el 5 de abril de 1961 en México, Distrito Federal. Realizó sus estudios de licenciatura en relaciones internacionales en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y posteriormente su maestría en política internacional en la Universidad de Ehime, así como un doctorado en cooperación internacional por la Universidad de Nagoya, estas dos últimas instituciones en Japón. Actualmente es profesor investigador de



Aclaración

Por inadvertencia, en el número 151 de nuestra revista, en la crónica “*Ciencia y Desarrollo*, 25 años de investigación científica en México” (p. 31, tercer párrafo) no aparece el nombre del doctor Alfonso Larqué Saavedra como integrante del Consejo Editorial, omisión que mucho lamentamos. Ofrecemos una disculpa al doctor Larqué y a nuestros lectores. Asimismo, en la sección “Los autores”, p. 108, en la ficha correspondiente a Enrique Becerril Román, línea 16, dice: investigador, titular; debe decir: investigador titular.

tiempo completo asociado “C” en la Coordinación de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, y también es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel uno. Fue becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para el programa de doctorado de 1994-1998 y repatriado por el mismo Consejo en 1998. Actualmente desarrolla el proyecto *México en los mecanismos de cooperación de la Cuenca del Pacífico*, y ha publicado diversos artículos sobre el Pacífico asiático en revistas nacionales e internacionales.

Correo electrónico: uscanga@hotmail.com

Silvestre Villegas Revueltas, autor de la reseña del libro *Visión extranjera de México: 1840-1867. Tomo 1. El estudio de las costumbres y de la situación social*, nació en la ciudad de México el 21 de enero de 1963. Obtuvo su licenciatura en historia y posteriormente realizó su maestría en historia de México, ambas por la Facultad de Filosofías y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y es candidato a doctor en la misma disciplina por la Universidad de Essex del Reino Unido. Fue profesor de asignatura en el Colegio de Estudios Latinoamericanos y en la Facultad de Filosofía y Letras de la propia UNAM hasta 1996; actualmente es investigador de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Históricas de la máxima casa de estudios. Entre sus publicaciones se encuentran *Política y diplomacia en Manuel Doblado. Un acercamiento* (1992), *Dictadura liberal y proyecto económico en el gobierno de Ignacio Comonfort* (1995), y *El liberalismo moderado en México* (1997)



Premio Nacional de Ciencias y Artes

2000

SEP

El Consejo de Premiación, con fundamento en los Artículos 1, 3, 6, fracción III, 13 y 19, fracciones I y VII, 24, 44, 45, 46, 49 y demás relativos de la Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles

Convoca

a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, a las Universidades e Instituciones de Educación Superior, a los Institutos y Centros de Investigación, Academias, Asociaciones Culturales y Científicas, a los Colegios y Asociaciones de Profesionistas y sus Federaciones y Confederaciones, así como a las Organizaciones de Artesanos o de Cultura Popular, con residencia legal en el país, para que propongan a quien o quienes se estime con merecimientos en cualquiera de los campos siguientes:

- I. Lingüística y Literatura;
- II. Bellas Artes;
- III. Historia, Ciencias Sociales y Filosofía;
- IV. Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales;
- V. Tecnología y Diseño, o
- VI. Artes y Tradiciones Populares.

De conformidad con las siguientes

Bases

Primera. Para ser candidato al Premio Nacional de Ciencias y Artes en cualquiera de sus seis campos, se requiere ser mexicano por nacimiento o naturalización y haber contribuido en alguno de los campos mencionados, con producciones o trabajos docentes, de investigación, de divulgación o con su obra creativa, al enriquecimiento del acervo cultural del país, al progreso de la ciencia, de la tecnología, del arte o de la filosofía.

Segunda. Las obras o actos que acrediten el merecimiento del Premio Nacional de Ciencias y Artes deberán ser la expresión de una trayectoria ejemplar y no de hechos y productos aislados, por lo que no será necesario que las obras o actos que acrediten el merecimiento del Premio Nacional de Ciencias y Artes se hayan realizado durante el presente año.

Tercera. Solamente las personas físicas podrán ser beneficiarias del Premio Nacional de Ciencias y Artes en sus cinco primeros campos.

Cuarta. En el campo II, Bellas Artes, quedarán incluidos el diseño gráfico y el diseño arquitectónico.

Quinta. En el campo V, Tecnología y Diseño, quedará incluido el diseño industrial.

Sexta. En el campo VI, Artes y Tradiciones Populares, el Premio podrá otorgarse también a comunidades o grupos sociales, quienes podrán seleccionar a su representante como firmante de la documentación correspondiente.

Séptima. El Premio consistirá en una medalla de oro Ley 0.900 y una cantidad en numerario por \$350,000.00 (Trescientos cincuenta mil pesos 00/100 M.N.) para cada uno de los seis campos, y con él se entregará un diploma firmado por el C. Presidente de la República.

Octava. El Consejo de Premiación, con base en el dictamen de los Jurados, podrá designar como ganadores entre uno y hasta tres candidatos en cada uno de los seis campos, a quien(es) se otorgará de forma individual el diploma y la medalla. El Premio en numerario aludido en la base séptima corresponde a cada uno de los campos, por lo que, en caso de concurrencia, se dividirá proporcionalmente entre el número de premiados.

Novena. El acuerdo del C. Presidente de la República sobre el otorgamiento del Premio, se publicará en el *Diario Oficial* de la Federación. Dicho acuerdo fijará el lugar y la fecha en que habrá de entregarse el Premio.

Décima. El Consejo de Premiación integrará, a propuesta de sus miembros, un padrón con personas de notorio prestigio y que, preferentemente, hubieran recibido con anterioridad el Premio en alguno de los seis campos; de ese padrón serán seleccionados los miembros de los Jurados mediante un proceso de insculación ante notario público.

Los Jurados en cada uno de los campos se integrarán con siete miembros, los cuales dictaminarán con base en la documentación que sustente las candidaturas.

Decimoprimera. El Consejo de Premiación turnará oportunamente los expedientes a los Jurados, auxiliándolos con los recursos humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Decimosegunda. Los dictámenes de las candidaturas, por parte del Jurado, serán por mayoría de votos y deberán entregarse a la Secretaría Técnica del Consejo de Premiación para hacerlos del conocimiento del Consejo, a más tardar el 27 de octubre de 2000.

Decimotercera. Las candidaturas únicamente podrán ser presentadas por las instituciones mencionadas en la presente convocatoria, y cuyas activida-

des sean afines con las desarrolladas por el candidato en el campo en que lo postulan. Dichas candidaturas deberán enviarse al Secretario del Consejo de Premiación y en ellas se expresarán los merecimientos, anexando copia del acta de nacimiento o de la carta de naturalización, *curriculum vitae*, los materiales y las pruebas que se estimen pertinentes, así como la carta de anuencia del candidato propuesto para recibir el Premio, en el supuesto de que fuese elegido.

Decimocuarta. El Secretario del Consejo será el enlace entre éste y los Jurados. Sólo serán consideradas las candidaturas que se entreguen directamente en la Secretaría del Consejo o que se envíen por correo certificado a más tardar a las 18:00 horas del 25 de agosto del año 2000, al domicilio de la Secretaría Técnica del Premio Nacional de Ciencias y Artes, Insurgentes Sur

2387, piso 3, Col. San Ángel, Deleg. Álvaro Obregón, C.P. 01000, D.F., teléfonos: 57-23-66-20, 57-23-66-22, 57-23-66-00, exts. 12457, 12433 y 12464.

Decimoquinta. La documentación que se remita a la Secretaría del Consejo del Premio Nacional de Ciencias y Artes será confidencial, y sus autores podrán recoger las obras y trabajos que respalden la candidatura dentro de los 15 días naturales siguientes a la entrega del Premio, excepto la documentación y materiales correspondientes a los premiados.

Decimosexta. Los Jurados tendrán la facultad de declarar desierto el Premio cuando así lo consideren conveniente. Asimismo, los Jurados no podrán revocar sus propias resoluciones una vez emitidas ni podrán ser recurridas.

Decimoséptima. Los casos no previstos en esta convocatoria serán resueltos en definitiva por el Consejo de Premiación.

El Consejo de Premiación

Lic. Miguel Limón Rojas
Presidente
Secretario de Educación Pública

Ing. Diódoro Guerra Rodríguez
Consejero
Director General del Instituto
Politécnico Nacional

Lic. Melba Pría Olavarrieta
Consejera
Directora General del Instituto
Nacional Indigenista

Lic. Carlos Mancera Corcuera
Presidente Suplente
Subsecretario de Planeación
y Coordinación de la Secretaría
de Educación Pública

Lic. Carlos Bazdresch Parada
Consejero
Director General del Consejo
Nacional de Ciencia y Tecnología

Antrop. María Esther Echeverría Zuno
Consejera
Directora General del Fondo Nacional
para el Fomento de las Artesanías

Lic. Rafael Tovar y de Teresa
Vicepresidente
Presidente del Consejo Nacional
para la Cultura y las Artes

Dr. Julio Rubio Oca
Consejero
Secretario General Ejecutivo de la Asociación
Nacional de Universidades e Instituciones
de Educación Superior

Lic. Ramón Díaz de León Espino
Secretario Técnico
Coordinador de Organos Desconcentrados
y del Sector Paraestatal de la Secretaría de
Educación Pública

Dr. Juan Ramón de la Fuente Ramírez
Consejero
Rector de la Universidad Nacional
Autónoma de México

Dr. Adolfo Martínez Palomo
Consejero
Representante de El Colegio Nacional

Sra. María Cristina García Cepeda
Prosecretaria Técnica
Secretaria Técnica del Consejo Nacional
para la Cultura y las Artes

Dr. José Luis Gázquez Mateos
Consejero
Rector General de la Universidad
Autónoma Metropolitana

Lic. José N. Iturriaga de la Fuente
Consejero
Director General de Culturas Populares
del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes

México, D.F., mayo de 2000.

REQUISITOS

Para participar en este Premio es requisito indispensable que los candidatos sean propuestos por: Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal, las Universidades e Instituciones de Educación Superior, los Institutos y Centros de Investigación, Academias, Asociaciones Culturales y Científicas, los Colegios y Asociaciones de Profesionistas y sus Federaciones y Confederaciones, así como las Organizaciones de Artesanos o de Cultura Popular, con residencia legal en el país.

Cada candidatura deberá contener la siguiente documentación:

1. Carta de propuesta emitida en el presente año por alguna de las instituciones, dependencias o agrupaciones señaladas en la convocatoria, siempre que tengan residencia legal en el país y cuyas actividades sean afines con las desarrolladas por el candidato en el campo en que lo postulan.

2. Copia del acta de nacimiento o carta de naturalización.
3. *Curriculum vitae*, incluyendo domicilio y teléfono.
4. Carta de aceptación del candidato para participar y, en su caso, recibir el Premio.
5. Documentos y materiales bibliográficos, gráficos, audiovisuales y de cualquier otro tipo que demuestren el valor de la candidatura

Sólo serán consideradas las candidaturas que se entreguen directamente en la Secretaría Técnica de Premios Nacionales o que se envíen por correo certificado a más tardar a las 18:00 horas del 25 de agosto de 2000.

Para mayor información llamar a los teléfonos: 57-23-66-20, 57-23-66-22, 57-23-66-00, exts. 12457, 12433 y 12464. Hoja electrónica con la siguiente dirección: <http://www.sep.gob.mx>, o acudir a las oficinas de la Secretaría Técnica de Premios Nacionales, ubicadas en Insurgentes Sur 2387, piso 3, Col. San Ángel, C.P. 01000, México, D.F.

Una Federación de las Asociaciones para el Avance de la Ciencia en las Américas
A Federation of Associations for the Advancement of Science in the Americas
Uma Federação das Associações para o Progresso da Ciência nas Américas
Une Fédération des Associations pour l'Avancement des Sciences dans les Amériques

DECLARACIÓN DE INTERCIENCIA EN WASHINGTON

La Federación de Asociaciones Nacionales para el Avance y el Progreso de la Ciencia de las Américas (INTERCIENCIA) en su reunión anual, celebrada durante los días 21 y 22 de febrero de 2000, en Washington D.C., con la asistencia de delegados de 18 países del hemisferio, realizó un profundo y amplio debate sobre la situación de la ciencia en el hemisferio. En el transcurso de la reunión los miembros de INTERCIENCIA, tuvieron la oportunidad de intercambiar ideas y opiniones con distinguidos miembros de la comunidad científica de los Estados Unidos de América y representantes de instituciones científicas y organismos regionales tales como la National Science Foundation, la American Association for the Advancement of Science, la Organización de Estados Americanos, el Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud. Como resultado del enriquecedor debate llevado a cabo y los informes presentados por cada Asociación Nacional, la Asamblea de Delegados de INTERCIENCIA aprobó por unanimidad la presente Declaración y recomendó hacerla llegar a todos los Gobiernos del Hemisferio, a los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología, a los Organismos Regionales interesados en el tema y a la comunidad científica de los países del Hemisferio.

INTERCIENCIA, organismo regional, no gubernamental, formada por las Asociaciones Nacionales para el Avance de la Ciencia de Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Canadá, los Estados Unidos de América, Uruguay y Venezuela, después de un profundo debate sobre la situación de la ciencia en el hemisferio DECLARA:

1. Que es bien reconocido y aceptado la importancia que la ciencia y la tecnología tienen para el desarrollo económico y social y el mejoramiento de la calidad de vida.
2. Que aquellos países que invierten en ciencia y tecnología de manera sostenible, alcanzan niveles de desarrollo y competitividad muy superiores a los que no lo hacen.
3. Que es preocupante la tendencia, en la mayoría de los países latinoamericanos y del Caribe, a disminuir la inversión en ciencia y tecnología, la cual no alcanza los niveles mínimos recomendados por los organismos internacionales para conseguir

un desarrollo sostenible. Contrario a esta tendencia se aprecia un aumento en el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, y en general en ciencia y tecnología, por los gobiernos de los países desarrollados, lo que aumenta la brecha existente entre unos y otros.

4. Que es asimismo preocupante la falta de continuidad, en general, de las políticas científicas enunciadas por los gobiernos, cuando estos, como es usual en democracia, cambian. No se reconoce que las actividades científicas y tecnológicas producen resultados a mediano y largo plazo.
5. Que existe una tendencia, en los círculos de poder, por desestimar la investigación básica, necesaria para alcanzar una *capacidad científica* nacional adecuada, base para el desarrollo y la innovación tecnológica.

En consecuencia, la Asamblea de Delegados de INTERCIENCIA reunida en Washington D.C., RECOMIENDAN:

1. A los Gobiernos del Hemisferio que incrementen significativamente el apoyo y el financiamiento a la investigación y en general a las actividades de ciencia y tecnología de sus respectivos países.
2. A los Organismos regionales e internacionales que desarrollen políticas de financiamiento y cooperación para fomentar y reforzar la investigación y las actividades científicas y tecnológicas en los países de la región.
3. A los Organismos Nacionales de Ciencia y Tecnología que se comprometan a darle continuidad a las políticas coherentes de ciencia y tecnología como único medio de obtener resultados con impacto en la sociedad.
4. A las Asociaciones Nacionales para el Avance y el Progreso de la Ciencia para que, en conjunto con la comunidad científica, la sociedad civil y los Gobiernos respectivos impulsen las políticas y las actividades necesarias para lograr la integración de la ciencia con la sociedad y construir en cada país una capacidad científica nacional eficiente lo cual es indispensable para un verdadero desarrollo económico y social sostenible.