

# Ciencia Desarrollo

Mayo/Junio del 2000 • Volumen XXVI • Número 152 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

## **Declaración de Sinaloa**

**Resolutivos del Encuentro Nacional  
de Divulgación Científica**

**Contaminación atmosférica  
por partículas y salud en la  
ciudad de México**

**La globalización en entredicho**

**Fruticultura en México  
después del 2000**



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.

## Editorial

La divulgación científica constituye un fenómeno más bien reciente. Utilizando de manera estricta las categorías comunicacionales, puede decirse que, mediante el intercambio epistolar, los escasos investigadores científicos existentes en la segunda mitad del siglo XIX manejaban información clasificada de circulación restringida. Daban a conocer el avance de sus investigaciones o descubrimientos, haciendo uso de un lenguaje entre pares, un código de signos únicamente descifrables por una élite.

Si bien la investigación científica ha trascendido el ámbito de los círculos cerrados para convertirse en un servicio profesional, la utilización de lenguajes particularizados es un continuo hasta la fecha, y las revistas especializadas representan lo más ilustrativo en la materia. La amplitud alcanzada en este tipo de difusión –necesario, por otra parte– no deja de mantener excluidas del conocimiento del desarrollo científico a las porciones cuantitativamente más importantes de la población.

En paralelo, sin embargo, durante los últimos lustros se observa el acercamiento de la información científica a la base de la pirámide social. Es un fenómeno de nuestro tiempo en el cual están implicados, sobre todo, y significativamente, los países de economías más avanzadas.

La inequívoca relación entre investigación científica y avance económico ha determinado, lo mismo en Europa que en América o Asia, la organización de la transmisión del conocimiento al ciudadano común. Más allá de los límites de la educación formal, la concepción de la ciencia como algo tangible para todos, y no de uso exclusivo por seres de excepción, conlleva la multiplicación del número de científicos.

México no ha soslayado la importancia de la divulgación científica. Así lo indican acciones referentes, tanto gubernamentales como académicas y de la sociedad civil, que adquieren forma en reuniones nacionales, en la creación de organismos para la popularización de la ciencia y la tecnología y en la búsqueda de usos innovadores en los medios de comunicación social.

Que el nuestro es un país maduro al respecto puede apreciarse en la Declaración de Sinaloa –que publicamos en esta edición de *Ciencia y Desarrollo*–, resultado del Encuentro Nacional de Divulgación Científica, llevado a cabo en fecha reciente.

El énfasis de los participantes está puesto en la comprensión misma de la divulgación y las formas en que se manifiesta, en el mejoramiento de la oferta divulgadora a los medios de comunicación social, y, sobre todo, en la necesidad de mejorar los esfuerzos organizativos.

Es decir, hay una clara visión que subraya la importancia de cada uno de los factores y el requerimiento de darles sentido de conjunto. Se superan estrategias parciales y se abre una nueva perspectiva en la trascendental tarea de poner al alcance de todos los mexicanos el conocimiento de la ciencia y de la técnica.

# Ciencia y Desarrollo



MAYO • JUNIO DEL 2000 • VOLUMEN XXVI • NUMERO 152

Editorial

1

Documento

4

**Declaración de Sinaloa**  
*Resolutivos del Encuentro  
Nacional de Divulgación  
Científica*



Reportaje

10

**Centros de ciencia y tecnología**

SANDRA ARCOS REYES

**Contaminación atmosférica  
por partículas y salud en  
la ciudad de México**

18

GUADALUPE PONCIANO RODRIGUEZ,  
IRMA ROSAS PEREZ  
Y ERNESTO ALFARO MORENO



**El achiote**

34

**Una especie subexplotada**

GREGORIO GODOY HERNANDEZ

**La globalización  
en entredicho**

40

CARLOS JAVIER MAYA AMBIA



**Programas, comunidades y  
políticas de investigación  
agronómica**

52

**Una mirada  
desde la UACH**

LIBERIO VICTORINO RAMIREZ

**Hibridación genómica  
comparativa**

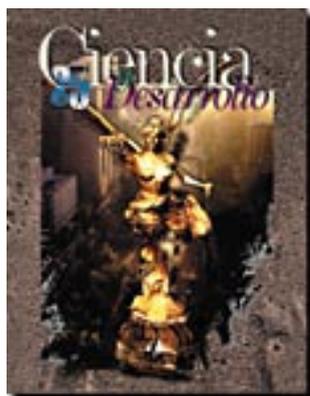
26

**Una nueva estrategia  
para el análisis genético  
del cáncer**

ALFREDO HIDALGO, ET AL.



Preocupante  
contaminación  
atmosférica por  
partículas en la  
ciudad de México.



Diversidad de pinípedos 62

**Un enfoque cromosómico**

CONSUELO LORENZO MONTEERRUBIO  
Y RUBEN ROJAS VILLASEÑOR



Fruticultura en México después del 2000 70

ENRIQUE BECERRIL ROMAN

<b>Descubriendo el universo</b>	
• <i>Es inevitable que lleguemos a Marte...</i>	<b>80</b>
• <i>Un paseo por los cielos de julio y agosto del 2000</i>	<b>82</b>
JOSE DE LA HERRAN	

<b>Alaciencia de frioleras</b>	
<i>Resumen de los principales teoremas contenidos en la memoria del Dr. Marchena</i>	<b>84</b>
MIGUEL ANGEL CASTRO MEDINA	

<b>Deste lado del espejo</b>	
• <i>¿Cuándo sentarás cabeza, Charlie?</i>	<b>88</b>
• <i>Cuando los grandes se hacen pequeños</i>	<b>89</b>
• <i>Tres marineros valientes, hábiles, honestos... y desconfiados (El torito)</i>	<b>90</b>
• <i>Ni somos tantos ni tan diferentes (solución al torito del núm. 151)</i>	<b>91</b>
MARCELINO PERELLO	

<b>La ciencia y sus rivales</b>	
<i>Seudociencia nazi</i>	<b>92</b>
MARIO MENDEZ ACOSTA	

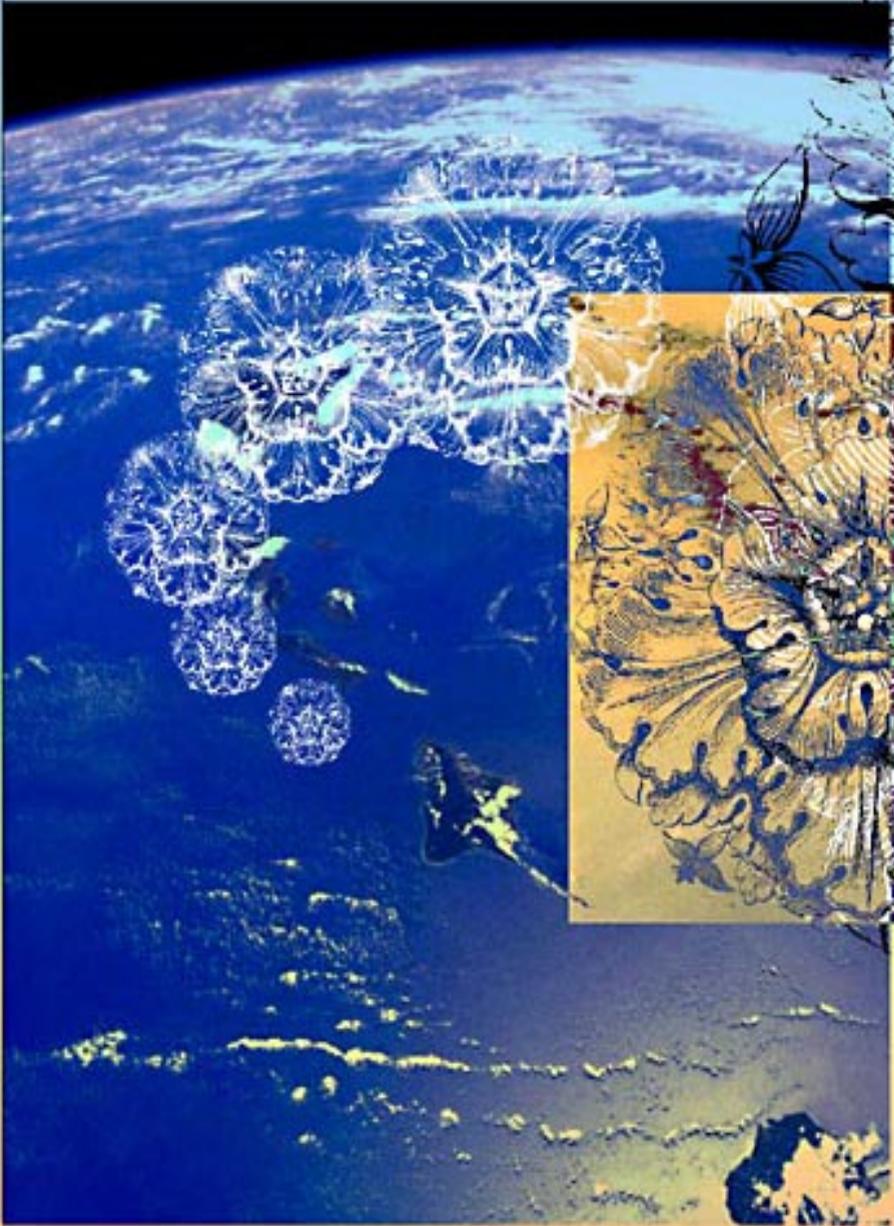
<b>Reseñas</b>	
<i>Ezequiel Ordóñez. I. Vida y obra (1867-1950)</i>	<b>94</b>
JOSE LUGO HUBP	
<i>Biblos. Boletín semanal de información bibliográfica...</i>	<b>96</b>
MARIA DE LOURDES FRANCO	

<b>Comunidad Conacyt 98</b>	
• <i>Primer Congreso de Responsables de Geociencias y del Medio Ambiente</i>	
• <i>Presentación de un libro sobre Luis I. Rodríguez</i>	
• <i>Infonavit y Conacyt suscriben convenio</i>	
• <i>Encuentro Nacional de Divulgación Científica</i>	
• <i>Premio México de Ciencia y Tecnología</i>	
• <i>IX Foro Tecnológico</i>	
• <i>Alimentar con ciencia</i>	

<b>Nuestra ciencia 103</b>	
• <i>Las figuras geométricas de los campos de trigo y cebada</i>	
• <i>Se presenta el periódico Descubrir latinoamericano</i>	
• <i>Premio Nacional de Divulgación Científica</i>	
• <i>Conferencia sobre la historia de la ciencia en la República Popular China</i>	
• <i>Presentación del libro El manantial escondido</i>	

<b>La ciencia en el mundo 106</b>	
• <i>Laserterapia contra los tumores malignos</i>	
• <i>PAM-CAST herramienta ideal de simulación para el moldeado</i>	

<b>Los autores 108</b>
------------------------





---

## Declaración de Sinaloa

---

### *Resolutivos del Encuentro Nacional de Divulgación Científica*

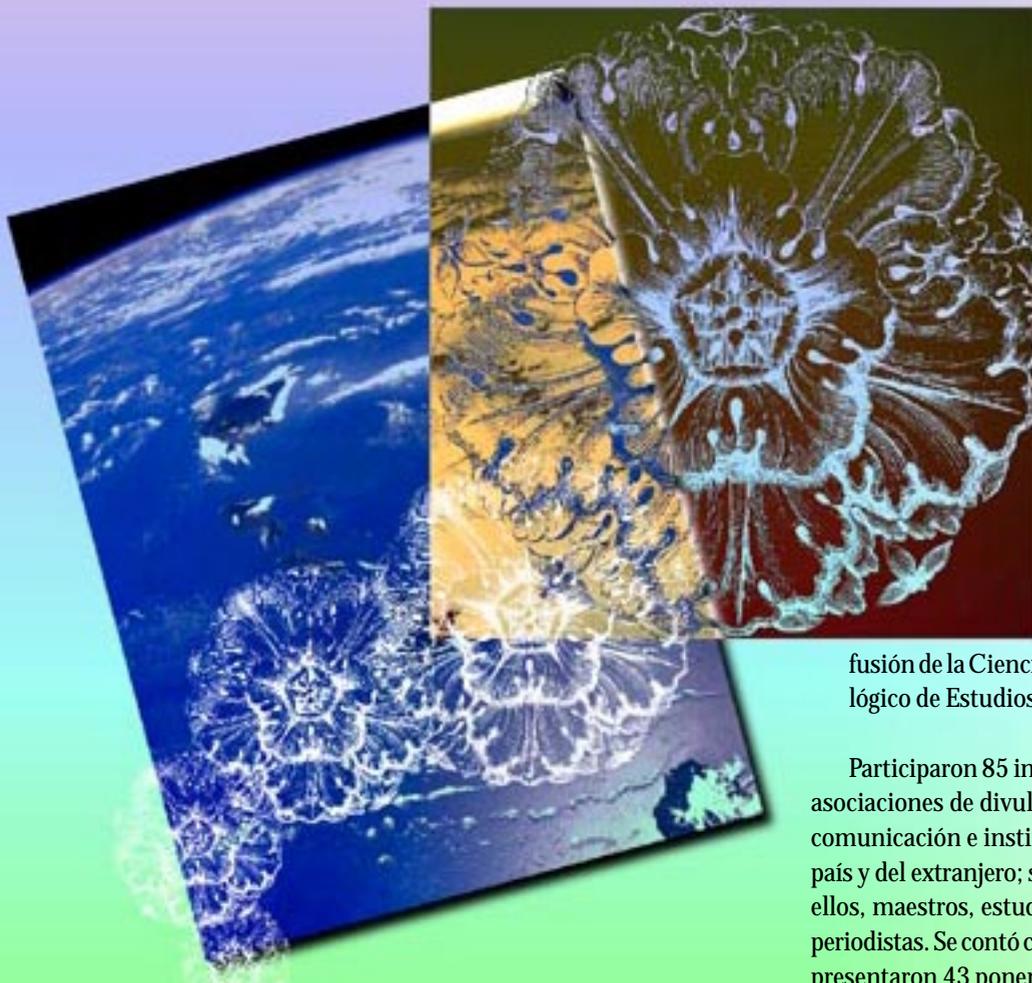
**D**el 21 al 24 de marzo de 2000 se llevó a cabo el Encuentro Nacional de Divulgación Científica, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Reunión convocada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en el 25 Aniversario de la revista *Ciencia y Desarrollo*; por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, en su 50 Aniversario; el Comité Estatal de Divulgación Científica y Tecnológica de Sinaloa y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa.

La reunión se desarrolló conforme a la siguiente dinámica:

El primer día se efectuaron 4 conferencias magistrales. Los temas del Encuentro y los expositores fueron:

- La Problemática de la Divulgación en las Instituciones de Educación Superior. Expositor: Jorge Flores, Director del Centro de Ciencias Físicas de la UNAM.
- La Divulgación Científica y los Medios de Comunicación. Expositor: Michael Smith, Presidente de la Asociación Canadiense de Periodistas Científicos.
- Medios Alternos y Organizaciones para la Divulgación de la Ciencia. Expositor: Manuel Calvo, Presidente de la Asociación Española de Periodismo Científico.
- La Formación del Divulgador Científico. Expositor: Julián Betancourt, Secretario Ejecutivo de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, por la UNESCO.

Estas conferencias se transmitieron diferidas a través de la Red Nacional de Videoconferencias de la UNAM, desde la Universidad de Occidente. Asimismo se realizó



una transmisión en vivo desde Radio Universidad de Los Mochis a todo el norte del Estado de Sinaloa.

El segundo y tercer día se realizaron las mesas de trabajo siguiendo los temas de las conferencias. Para ellas se organizaron tres sedes: la Universidad de Occidente, la Universidad Autónoma de Sinaloa y el Centro de Ciencias de Sinaloa. El desarrollo se llevó a cabo bajo la orientación de los ponentes magistrales:

- Alexandra Sapovalova, Presidenta de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y de la Técnica.
- Javier Flores, Secretario Técnico del Programa Universitario de Investigación en Salud, UNAM.
- Fausto Burgueño Lomelí, Director del Centro de Ciencias de Sinaloa.
- Carlos Enrique Orozco Martínez, Coordinador de la Maestría en Comunicación con especialidad en Di-

fusión de la Ciencia y la Cultura, del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.

Participaron 85 instituciones de educación superior, asociaciones de divulgación, centros de investigación y comunicación e institutos tecnológicos y de ciencia del país y del extranjero; se registraron 205 asistentes, entre ellos, maestros, estudiantes, divulgadores, científicos y periodistas. Se contó con la presencia de 64 ponentes, y se presentaron 43 ponencias.

Los análisis y discusiones de los temas abordados en las mesas de trabajo tocaron fundamentalmente los aspectos siguientes:

La importancia que la divulgación científica tiene para el desarrollo científico de un país es equivalente a la importancia de la misma investigación ya que sus resultados deben llegar a todos los miembros de la sociedad. Actualmente la difusión y los medios de comunicación más usuales están dirigidos a la divulgación entre investigadores. La divulgación no debe ser excluyente de ningún sector de la sociedad. Los resultados de la divulgación se producen a largo plazo, pero son muy efectivos. Sin ciencia, sin tecnología propia y sin divulgación no habría posibilidad de desarrollo integral y real para el país; siempre sería tributario de la tecnología extranjera y no lograría alcanzar su verdadera soberanía.

Con el propósito de hacer llegar la ciencia y la técnica a todo público, se deben utilizar códigos específicos de comunicación para cada grupo, que permitan alcanzar objetivos concretos, como son:

- a) Estimular, tempranamente, en los niños, la vocación hacia la investigación y el quehacer científico, relacionando el mundo exterior con su propio mundo.
- b) Sustentar la formación de profesionales con programas que se soporten en avances científicos y tecnológicos vigentes, que garanticen que su inserción en las actividades productoras de bienes y servicios aportará soluciones novedosas y originales y les permitirá enfrentar con capacidad el dinamismo de los cambios científicos y tecnológicos.
- c) Enriquecer a la investigación misma, promocionando los resultados, haciendo posible compartir nuevas experiencias y conceptos entre quienes se encuentran involucrados en las corrientes de pensamiento actuales.

La divulgación de la ciencia y la técnica en los medios de comunicación se presenta como una relación compleja en la que se expresan intereses diversos que muchas veces aparecen contrapuestos, lo que exige de los divulgadores mejorar su oferta mediante la creación y la exploración de nuevas modalidades para divulgar el conocimiento científico, y así conciliar con los intereses que por definición tienen los medios de comunicación. En el encuentro se enfatizó la necesidad de poner más atención al respecto.

Contar con nuevos y mayores espacios para divulgar la ciencia, como es el caso de los museos interactivos, permitirá incluir los escenarios destinados a otras manifestaciones culturales. Esta alternativa amplía el campo de acción para la popularización del conocimiento científico y hace posible incursionar en un nuevo rol que permita contribuir a la construcción de una sociedad con un nuevo perfil, en la que lo estético, lo lúdico y la imaginación científica transformen la realidad humana.

No sólo en México, sino en el mundo, hay preocupación por la formación de divulgadores científicos. Esta necesidad se ha hecho patente en las Conferencias Mun-

diales de Ciencia, organizadas por la UNESCO y celebradas en Tokio, en 1992, y en Budapest en 1999. Esta aspiración ha figurado en los seis congresos iberoamericanos y todos reclaman la necesidad de formación de divulgadores.

Por lo anterior se concluyó que:

- La divulgación científica debe ser considerada un asunto de interés nacional.
- Se debe incluir a la divulgación de la ciencia y la técnica en el mismo nivel de importancia que la investigación, para efectos de financiamiento, búsqueda de recursos y espacios.
- La investigación y la divulgación científica y tecnológica son factores de diferenciación y de ventajas competitivas en los mercados internacionales
- Es necesario dar un lugar preponderante a la divulgación de las ciencias en todos los niveles educativos.
- Es conveniente formar una Red Nacional de Divulgación Científica y/o redes u organismos que permitan mejorar el desarrollo de los programas de divulgación a nivel nacional, atender a la reglamentación en el uso de los medios masivos de comunicación para aprovecharlos más adecuadamente y desplazar con un trabajo serio, en la elaboración de la información científica, los mensajes carentes de rigor en esta materia.
- Que la ANUIES y el Conacyt conformen una comisión nacional con la participación de por lo menos una persona de cada región del país, en la que se incluyan asociaciones, sociedades o programas regionales para dar seguimiento a estas resoluciones, buscando hacerlas realidad y promover un Plan Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica que se integre al Programa de Desarrollo Educativo y al Programa de Ciencia y Tecnología, sobre la base del cual se elaboren manuales de organización y se lleve a cabo la operación de las actividades que involucran a la divulgación de la ciencia.
- Asimismo, es necesario desarrollar un Programa Estratégico derivado del Plan Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Técnica, que contenga descripción del pro-

blema actual, objetivo de la divulgación, planeación a corto, mediano y largo plazos, identificación y colaboración interinstitucional.

- Se requiere desarrollar un inventario y una base de datos nacional sobre medios, espacio, acciones, programas y estrategias de divulgación que sean publicados y accesibles a los actores de la divulgación para su consulta, enlaces e intercambios de experiencias, actividades y formación de recursos.
- Buscar mecanismos con el Conacyt y la ANUIES para no duplicar esfuerzos en el seguimiento y evaluación de los trabajos de divulgación a nivel nacional.
- Deben abrirse líneas de investigación para la canalización de recursos financieros destinados a la formación de divulgadores y programas de divulgación.
- La divulgación científica, como función sustantiva de las Instituciones de Educación Superior (IES) y parte de los compromisos contractuales de su personal académico, necesita parámetros de medición dentro de sus programas de estímulos, por lo que se propone que el estudio, análisis y propuestas para su implementación se realice bajo la responsabilidad de la Comisión Nacional para la Divulgación de la Ciencia, anteriormente propuesta, con el objetivo de plantearlo a los C.C. rectores y directores de las instituciones a fin de estimular a quienes participan en la promoción y desarrollo de actividades de divulgación científica. Se requiere establecer un marco y parámetros de medición nacional a los trabajos de divulgación bajo el consenso de sus actores e instituciones promotoras, considerando entre los criterios de evaluación, aquellos de la comunicación que propician una visión más integral que incluya a la educación y a la divulgación. Además deben analizarse criterios generales determinados por la calidad y cantidad de acciones, lo mismo que los de carácter particular, como la relación de pertinencia y relevancia con el público al que se orientan. También debe considerarse la manera en que se presentan los mensajes, sin olvidar el impacto logrado por asistencia, permanencia, uso, actitud y conducta entre aquellos a quienes se dirigen.
- Continuar organizando foros regionales y/o nacionales con el propósito de intercambiar experiencias y realizar acuerdos de colaboración interinstitucional sobre programas de radio, televisión, videos, revistas, exposiciones y ferias.
- Que las IES establezcan estrategias y políticas de divulgación institucionales que complementen los esfuerzos e inversiones en la investigación y en los estudios de posgrado, dentro del marco de las directrices nacionales, integrando espacios y medios para llevarlas a cabo.
- Deben realizarse convenios interinstitucionales para el logro de programas ambiciosos en el ejercicio de la divulgación de la ciencia así como en la formación de divulgadores de alto nivel.
- Que las IES utilicen con mayor fuerza los medios de comunicación como prensa, radio, cine, televisión y cable que posean para que desarrollen sistemas de video, comunicación a distancia, videodiscos, software, laboratorios, teatro y otras manifestaciones artísticas, vinculándolos estrechamente con las áreas de divulgación de la ciencia, a fin de hacer uso óptimo de los recursos y medios, buscando tener un mayor impacto, en un público más amplio, con las acciones y programas de divulgación científica.
- Se reconoce que la divulgación ha ganado espacios en los diferentes medios, pero, asimismo, que en la mayor parte de ellos apenas se dan balbuceos o meras buenas intenciones. Los medios consideran que divulgar la ciencia y el desarrollo tecnológico no reditúa utilidades. Es necesario que los divulgadores conquisten los escenarios de los medios masivos de comunicación en donde se requiere escribir y hablar sobre temas de interés. Esto significa, para la sociedad, resolver sus dudas y aplicar los nuevos conocimientos en la solución de sus problemas, y, para el divulgador, la oportunidad deseada, siempre y cuando se explique satisfactoriamente el hecho o fenómeno con absoluto respeto a la verdad y al público.
- Es necesario, ante esta problemática, que todos los participantes y actores de los procesos de divulgación,



académicos, empresarios, funcionarios del gobierno, trabajen conjuntamente para aportar soluciones integrales.

- Es conveniente, también, que se establezcan mecanismos para considerar apoyos a las revistas mexicanas que aún no logran calificar para ser incluidas en el padrón de excelencia del Conacyt. Esto se hará determinando una metodología de evaluación para medios impresos de divulgación y no de difusión.
- Se considera necesario profesionalizar la actividad de divulgación, por lo que se sugiere a las IES institucionalizar e incrementar programas de formación de divulgadores a través de abrir nuevos perfiles en licenciatura y/o posgrado.
- Considerar como espacios idóneos para divulgar la ciencia los programas multimedia, exhibiciones interactivas que conjuguen imaginación científica con lo lúdico, lo estético y el medio ambiente, así como las casas o espacios para la difusión de la cultura, existentes en varias de las IES y/o localidades de nuestro país.
- Crear un mayor número de talleres en el interior de

las IES, que permitan al estudiante aproximarse sucesivamente al conocimiento y aprender haciendo, a partir de su concepción, la formación de un concepto científico relacionado con los planes y programas de estudio del área correspondiente.

- Instalar museos temporales, planetarios y/o exposiciones de prototipos itinerantes que muestren principios científicos y que sean producto de procesos de enseñanza aprendizaje, donde los alumnos muestren habilidades creativas para el diseño y la investigación científica.
- Implementar un mayor número de programas de divulgación ecológica, orientados a promover una nueva cultura sobre el cuidado y protección a especies faunísticas de las diversas regiones del país y en peligro de extinción.
- Que todo lo propuesto se realice con alto sentido de responsabilidad y nacionalismo.

Culiacán de Rosales, Sinaloa, marzo 24 de 2000

#### Recopiladores e integradores de la información:

Lic. Lourdes Ruiz  
Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

Lic. Ernesto Cabrera González  
Centro de Ciencias de Sinaloa  
Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa

M. C. Evaristo Méndez Gómez  
Vocal de la zona V Mazatlán, del Comité Estatal de Divulgación Científica y Tecnológica de Sinaloa  
Instituto Tecnológico del Mar Mazatlán

Dr. Armando Reyes Velarde  
Director de Comunicación Científica y Tecnológica  
Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología

Lic. Alicia G. González Luna  
Presidenta del Comité Estatal de Divulgación Científica y Tecnológica de Sinaloa.  
Universidad de Occidente.

Lic. Sandra Arcos Reyes  
Coordinadora de Información Electrónica de la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica del Conacyt

## Centros de ciencia y tecnología

SANDRA ARCOS REYES



*Centro de Ciencias Explora, de León, Guanajuato.*

AUNQUE EN NUESTRA SOCIEDAD EXISTE UN CONTACTO DIARIO con creaciones tecnológicas cuya explicación está basada en la ciencia, es frecuente concebir ésta como separada de la cultura, que se identifica más bien con las artes. En este sentido, el museo representa una posibilidad para el conocimiento de la ciencia, pero ya no en su forma tradicional de exposición y contemplación. Actualmente se incluyen novedosas metodologías de enseñanza que implican mayor participación del público, y muchas de ellas han adoptado ese método, tratando de que los museos sean interactivos, lo cual no es nada sencillo si se considera la inversión en tiempo y en dinero que se requiere para presentar una exhibición que no sólo atraiga al público por su diseño sino por su facilidad de transmitir el conocimiento. Para lograr tal carácter interactivo confluye la participación y asesoría de ingenieros, científicos, pedagogos, comunicadores, museógrafos, técnicos, y personal capaz de mantener en funcionamiento un recinto visitado por cientos de personas cada día, quienes por no conocer cómo se manejan los elementos interactivos los dañan frecuentemente.

Planear y construir un museo de ciencias interactivo, además de la inversión necesaria, demanda no sólo voluntad y buenas intenciones; se requiere de especialistas en diversas áreas de las ciencias naturales y sociales, de diseñadores gráficos e industriales, ingenieros en electrónica y mecánicos, museógrafos, expertos en medios de comunicación, y pedagogos actualizados con los métodos de enseñanza más modernos y efectivos. Asimismo, un



*Calculadora de pie, del Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología del Grupo Industrial de Desarrollo Educativo. Matamoros, Tamaulipas*

recurso ampliamente utilizado es que jóvenes estudiantes sean quienes guíen al público durante su recorrido por el centro de ciencias. Sin embargo, la interactividad no siempre ha resultado efectiva para que los museos de ciencias transmitan correctamente los conocimientos, pues en muchos casos, estos lugares se convierten en centros de recreación y juego, donde niños y adultos pueden manipular los aparatos, pero sólo se llevan un poco de entretenimiento. Eso lo saben quienes han participado en el montaje de una exposición interactiva y tienen la oportunidad de observar la falta de experiencia del público para aprovechar las ventajas de involucrar casi todos los sentidos. Existen muchas dificultades para cambiar esta situación, aunque ya se intenta en lugares como el Centro de Ciencias de Sinaloa, el Centro de Ciencias Explora, de León, Guanajuato, y el Museo Itinerante del Grupo Industrial para el Desarrollo Educativo (GIDE). Cada uno de ellos, con sus respectivas particularidades, tiene un mismo propósito, crear una cultura científica en la población mediante el esfuerzo didáctico que permita al público entender que la ciencia y la tecnología no le son ajenas, y que en algunos casos, resultan indispensables.

### **¿Cómo hacer un museo de ciencias interactivo?**

El capital inicial de inversión se convierte en asunto primordial, pues aun cuando el gobierno federal continúa siendo el principal inversionista en la construcción y conservación de los clásicos museos y de los novedosos centros de ciencia, ahora también participa la iniciativa privada, en algunos casos como patrocinador, en otros como inversionista y, en ocasiones, en la planeación y diseño del museo.

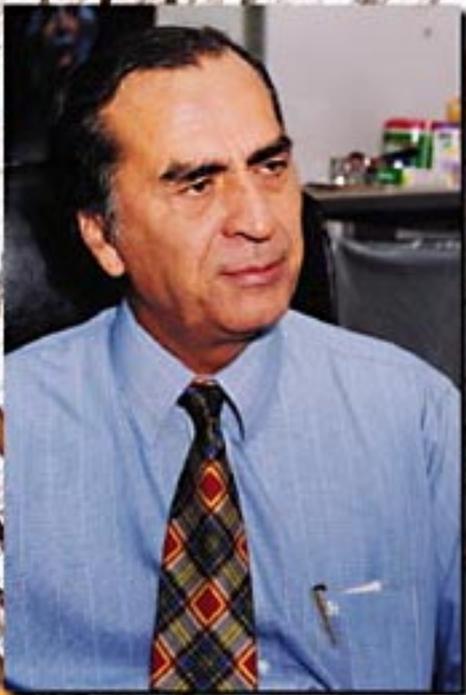
### **Centro de Ciencias Explora**

En el caso del Centro de Ciencias Explora, ubicado en León, Guanajuato, la iniciativa partió del Patronato de la Feria de esa ciudad, que durante años ha recibido apoyo de los lugareños, y a quienes así se inten-

tó “pagar” de alguna manera, como nos comenta el ingeniero Jorge Padilla, director de dicho Centro: “En 1991 se reunió el Consejo del Patronato de la Feria y en 1992 se solicitó al gobierno federal la donación de terrenos para construir un parque ecológico y un planetario. Sin embargo, luego de visitar el Centro Cultural Alfa de Monterrey, Nuevo León, y el Centro de Ciencias de Xalapa, Veracruz, se optó por la creación de un Centro de Ciencias, y un año después se inició la construcción y el desarrollo de la museografía. En 1994 fue abierto al público.”

De acuerdo con datos del propio ingeniero Padilla, la inversión de Explora estuvo repartida de la siguiente manera: el gobierno federal, el estatal y la Feria de León aportaron 13 millones de pesos cada uno, el gobierno municipal, seis millones, la Comisión Nacional del Agua, cinco millones y un millón se recaudó mediante donativos. En 1996, el Patronato encargó al Centro de Ciencias Explora desarrollar un concepto nuevo en México para acercar la ciencia y la tecnología a la gente con menores recursos económicos, y tomando un modelo brasileño conocido como Bibliotecas de barrio, nacieron en 1997 los Centros del saber, ubicados en tres colonias modestas de la ciudad.

Explora tiene seis salas de exhibiciones interactivas: la del Movimiento, la del Hombre, la del Espacio, la del Agua, la de la Comunicación y la de la Vida, además cuenta con 248 exhibiciones permanentes, el Teatro IMAX, un auditorio, seis talleres de ciencia y tecnología, el área de exhibiciones temporales, el salón de usos múltiples y 103 computadoras con acceso a Internet. Relata el Director del Centro, que alrededor de 300 mil personas visitan Explora cada año, y hasta febrero de 1999 se contabilizaron un millón 152 mil visitantes, de los cuales el 35% lo integran grupos escolares y el restante 65% se compone



Fausto Burgueño, director del Centro de Ciencias de Sinaloa.



Centro de Ciencias de Sinaloa.

de público en general. El 43.1% de los visitantes proviene de otros estados, 35.6% de León y el resto de diversas ciudades guanajuatenses. “El impacto de Explora como producto turístico representa una atracción de casi 170 mil personas por año, y el 60% de ellas viajan a León sólo para visitar Explora”, destaca el ingeniero Padilla.

### Centro de Ciencias de Sinaloa

A l igual que Explora, la inversión para la construcción del Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS) fue realizada, en su mayor parte, por el gobierno federal. Su director, el doctor Fausto Burgueño Lomelí, comenta que en 1992 se publicó el decreto para su creación y que: “Uno de los primeros pasos fue conformar un equipo de trabajo para identificar las principales áreas, las actividades y el equipamiento que se requería en ese momento. Actualmente, nuestro centro se mantiene a través de tres grandes rubros: el más significativo es el subsidio estatal, el cual permite cubrir la mayor parte del gasto corriente y de operación. También generamos ingresos propios gracias a los programas aplicados en el mismo Centro, y el resto proviene del financiamiento que obtenemos para los proyectos de investigación, algunos apoyados por la Semarnap, por el Conacyt y algunas entidades del sector productivo y social”, indica el doctor Burgueño.

Si bien es cierto que ambos centros de ciencia participan en la divulgación del conocimiento científico y tecnológico, existen algunas diferencias que hacen de cada uno de ellos un espacio particular de cada región.

Instalado en Culiacán, Sinaloa, el Centro de Ciencias, además de ser un importante recurso didáctico para maestros y alumnos, se ha convertido en un lugar de investigación, de experimentación y de enlace con el sector productivo de la región, incluido el de los estados aledaños.

Señala el doctor Burgueño que el CCS es más que un museo interactivo de ciencia. “...hay recreación, motivación, promoción de nuevas competencias y habilidades, enseñanza y procesos de aprendizaje, y tecnología educativa; se fortalece el conocimiento adquirido en las aulas, mediante actividades experimentales; se cuenta con sis-

temas y redes de información y documentación, investigación científica y programas de vinculación con los sectores productivos.”

### **Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología**

Existe otro caso en el cual la inversión para construir, planear, diseñar, producir y presentar el museo es responsabilidad exclusiva de una empresa; se trata del Grupo Industrial para el Desarrollo Educativo, S.A. de C.V. (GIDE), cuyo propietario, el señor Roberto Ang, ha invertido casi siete años de su vida y más de dos millones de dólares en la creación de un Museo Itinerante donde presenta, a través de medios audiovisuales y en algunos casos con elementos interactivos, diversos aspectos de la ciencia, la historia y el desarrollo social.

Su historia comenzó en 1970, cuando el GIDE se dedicaba al diseño y la fabricación de equipos para laboratorios destinados a las escuelas secundarias federales por medio del Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE), instancia dependiente de la Secretaría de Educación Pública. El señor Ang comenta: “En 1992 comenzó mi interés por apoyar al sistema educativo mediante el diseño, la fabricación y administración de los museos de ciencia. Visité diversos centros de ciencia de diferentes países y envié una propuesta al Presidente para construir la Ciudad de la Ciencia y Museos Itinerantes de Educación Científica y Tecnológica.”

Al no obtener respuesta a su iniciativa, Roberto Ang, originario de Tampico, Tamaulipas, inició la planeación, el diseño y la construcción de su propio Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología; así, en instalaciones ubicadas al sur de la ciudad de México, trabajan ingenieros, mecánicos, diseñadores, ebanistas, estudiantes de historia y otros, en la fabricación de prototipos de exhibidores y del material que se va a exponer. Con la asesoría de científicos de las diversas áreas, pedagogos y comunicadores, el esfuerzo continuo de carpinteros, escultores, pintores, electricistas, etc., la empresa del señor Ang ha logrado crear un museo que puede trasladarse hacia diversas regiones

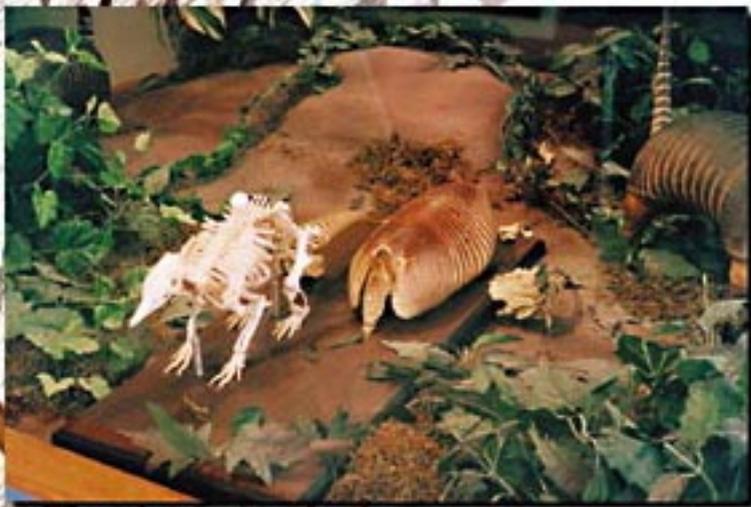
del país, incluso de los Estados Unidos, donde la gente pueda acercarse y conocer la historia de la Tierra, el origen y la evolución del hombre, una visión breve y concreta de las civilizaciones maya y azteca, entre otros muchos temas.

“Las exposiciones de este museo se planean mediante exhibidores interactivos y audiovisuales con sistema de preguntas y respuestas para apoyar a los maestros de nivel de 5o. y 6o. año de primaria, de secundaria, de nivel medio superior y superior. También tiene un planetario y lugares donde se muestran los movimientos de los planetas. Además, agregamos temas de la época prehispánica de México, maquetas con sistema audiovisual donde se da información introductoria sobre Teotihuacan, Chichén Itzá y Palenque; se construyeron dos pirámides de 15 metros por cada lado y siete metros de altura, con cupo para 120 personas, y en el tema de historia se construyeron doce exhibidores interactivos presentando el origen y la evolución del hombre”, agrega Roberto Ang.

### **Equipos y material**

En muchas ocasiones el material usado en los centros de ciencia se daña por el mal uso o simplemente porque ha sido utilizado por mucho tiempo. Debido a ello, se busca que cada uno de los exhibidores implique el menor costo posible en cuanto a su mantenimiento, reparación, o, en su caso, sustitución del mismo. En el momento en que el centro de ciencias abre sus puertas al público, los museógrafos, diseñadores, ingenieros y quienes participaron en la construcción y montaje de los diferentes aparatos interactivos tendrán la oportunidad de verificar que aquellos equipos que hicieron o compraron, muchas veces en el extranjero, están cumpliendo realmente con el objetivo para los cuales fueron planeados.

La mayor parte del equipamiento que compone las exhibiciones de estos centros de ciencia es hecho en México, aunque en ocasiones se adquiere en el extranjero, pero en este caso sucede con frecuencia que no existen refacciones en nuestro país cuando se necesita repararlos. Del material que contiene el Centro de Ciencias Explora, sólo



VICTOR PEREDA

*Esqueleto de armadillo en el Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología del GIDE.*



VICTOR PEREDA

*Exposición del Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología del GIDE, en Matamoros, Tamaulipas.*

el 6% fue comprado en el extranjero, dice el director Jorge Padilla, quien explica: “Básicamente, todos los exhibidores que contiene Explora fueron construidos en León, y otros más fueron comprados por empresas dedicadas a la museografía, incluso hubo equipos del extranjero que jamás funcionaron. El desgaste continuo obliga a la renovación, y en el caso de los equipos producidos en el extranjero, tenemos un departamento de educación que enseña a los guías cómo debe ser usado.” Los precios de las exhibiciones varían. En Explora, cada una cuesta alrededor de 25 mil pesos y en ocasiones es necesario rediseñarlas.

En el caso del Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS), éste tiene un método muy particular para la adquisición de sus equipos. El doctor Fausto Burgueño señala que la

mayoría del equipamiento se adquirió desde 1992 y 1993, pues ya se habían hecho contratos con diversas empresas, principalmente de Canadá, los Estados Unidos, Italia, Francia y Alemania: “Es un equipo moderno, pero muy costoso. Si bien, por un lado, cuenta con la ventaja de ser bonito, funcional y moderno, tiene la desventaja de que su mantenimiento y compostura son, al menos para nosotros, excesivamente caros. Así, además de la funcionalidad, el mantenimiento y el diseño agradable, es importante que pueda ser fácilmente manejado por quienes se harán cargo de su funcionamiento, y sobre todo, por el público que lo usará cientos de veces al día. Así que es necesario renovarlos. En nuestro caso, tuvimos que aprender rápido y aprender bien”, asegura el doctor Burgueño, e indica: “fue un proceso en el cual aprendimos todos poco a poco la manera de realizar un mantenimiento mejor de nuestro equipo y de nuestras instalaciones, teníamos poco personal preparado, algunos con experiencia en otras empresas y aquí funcionaron muy bien”.

El director del CCS informa que este centro cuenta con una unidad de mantenimiento, conformada por gente muy calificada que tiene plazas de técnicos académicos, especializados en mecánica, hidráulica electrónica y electricidad, entre otras materias, y también se hacen labores de mantenimiento exterior, conservación del cableado en condiciones adecuadas, así como del sistema de alarma, los programas de prevención de incendios, las áreas de carpintería, albañilería, plomería, etcétera.

Roberto Ang, quien diseñó y financió el Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología, ha construido todo su equipamiento en la ciudad de México, y menciona que en general existe falta de interés de la iniciativa privada para participar en la planeación y construcción de recintos museográficos, así como de los equipos y materiales exhibidos: “Es normal que quien invierte busque recuperar su inversión, en particular los empresarios, pero también deben pensar que es necesario tener una cultura científica, la cual no existe entre algunos dueños de grandes empresas. Sin embargo, también es importante que el gobierno apoye a los empresarios”, indicó. Además señaló que: “los problemas técnicos son demasiados, pues es muy di-

ficil contratar técnicos para la instalación, funcionamiento y diseño, ya que la fabricación de estos exhibidores aún no es comercializada en nuestro país y no existen facilidades para exportarlos, por lo que es un fracaso, en este momento, para cualquier inversionista dedicarse completamente a estos proyectos”.

El director del GIDE ha comprado todo lo que se exhibe en su museo y ha creado sus propios exhibidores, cuyo costo material es relativo, pues afirma Roberto Ang que su precio va desde 10 mil hasta 200 mil pesos. En cuanto al mantenimiento de los aparatos que fueron fabricados en su empresa, señala que este concepto no representa un costo elevado, siempre y cuando haya sido previsto. “Cada aparato está planeado para el manejo constante por lo que, gracias a la prevención, en este caso no se paga mucho por el mantenimiento, pero cuando no es así, el costo por reparación y a veces por sustitución del aparato puede ser muy alto.”

### **Llevar la ciencia al público**

Cada centro debe ubicarse en su contexto geográfico, conocer a su público y saber que para muchas personas entrar a una de estas instalaciones significa su primer acercamiento con la ciencia. Aquí puede descubrir que existe un método científico y percatarse de que la ciencia y la tecnología están presentes en su vida cotidiana. Aunque en nuestro país los centros de ciencias se han multiplicado en poco tiempo y están ubicados en áreas densamente pobladas, hay lugares tan alejados, dentro del mismo estado, que trasladarse al centro de ciencias puede tardar más de cuatro horas, por lo que se han buscado nuevas medidas para facilitar el contacto con el público.

Explora, el Centro de Ciencias de Sinaloa y el Museo Itinerante de Ciencia y Tecnología han adoptado estrategias y metodologías apropiadas para llevar el conocimiento a zonas alejadas.

La valija científica, del Centro de Ciencias Explora, y El planetario móvil, del Centro de Ciencias de Sinaloa, son proyectos que tienen como objetivo ir a los lugares

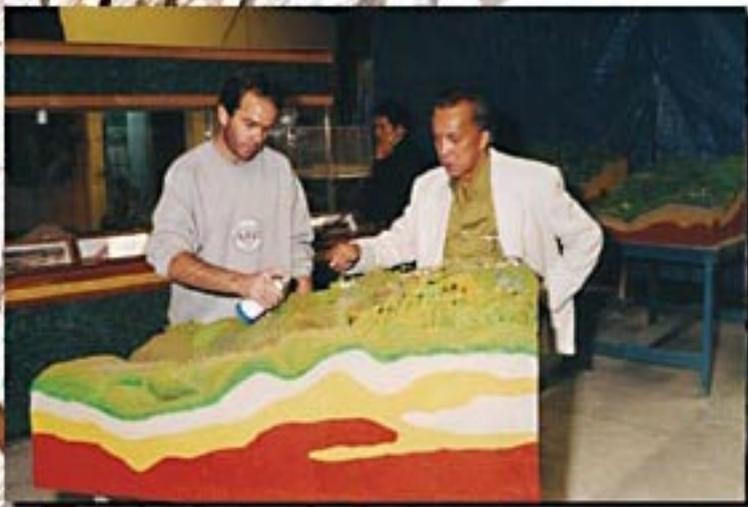
más lejanos del estado y ofrecer a niños, jóvenes y adultos un acercamiento por medio de talleres, conferencias, experimentos y demostraciones, facilitando al público el uso de equipos interactivos.

En el Centro de Ciencias Explora, La valija científica se creó en 1996 como un programa innovador, para dar servicio externo a las escuelas y comunidades de escasos recursos, con objeto de estimular la enseñanza experimental de las ciencias. El ingeniero Padilla aseguró que: “La valija científica ha atendido a poco más de 20 mil estudiantes en Guanajuato. Realiza de ocho a diez viajes cada mes y lleva a las comunidades de bajos recursos una exhibición itinerante, un video educativo con tema científico, materiales para hacer experimentos, acompañados de un manual para que sea utilizado por los profesores. Hasta febrero de 1999 se visitaron 12 municipios.”

Asimismo, Explora ha adoptado un sistema de divulgación de la ciencia por medio de los llamados Centros del saber, de los cuales en 1997 se inauguraron tres de este tipo en colonias populares de León (Chapalita, Coecillo y San Miguel), y en 1998 se instaló otro, El cabús. Dice Jorge Padilla que el gobierno de Guanajuato adoptó este modelo y planea reproducirlo en todos los municipios de la entidad, y se pretende construir 92 en todo el estado.

Los Centros del saber de Explora atienden a casi 400 personas todos los días, entre las que se encuentran estudiantes de varios niveles escolares, amas de casa, personas de la tercera edad y niños de la calle. Nos explica el ingeniero Padilla que los talleres impartidos en estos centros son: computación e Internet, pintura, modelado, teatro, talleres de verano, papiroflexia e inglés, y han participado casi 12 mil personas. En estos Centros se proyectan videos educativos, se imparten pláticas comunitarias, se celebran reuniones de “escuela para padres” y demostraciones de multimedia e internet.

“El club científico de amas de casa, en el Centro del saber Chapalita, tuvo gran éxito, pues asistieron muchas amas de casa quienes aprendieron a usar la computadora, navegaron por Internet y consultaban los textos que tenemos; en fin, fue un gran evento”, comenta el director de Explora.



VICTOR PEREDA

En la fotografía el señor Roberto Ang, presidente de GIDE, S.A. de C.V., en la fábrica de material didáctico de dicho Grupo.



VICTOR PEREDA

Jorge Padilla, director del Centro de Ciencias Explora, de León, Guanajuato.

“Como evolución de La valija científica está por concluirse un proyecto conjunto con el Consejo de Ciencia y Tecnología de Guanajuato (Concyteg), para montar temporalmente exhibiciones itinerantes en los 46 municipios del estado”, agregó. Por su parte, El planetario móvil del CCS ha recorrido algunas de las zonas marginadas de Cuiliacán y se ha dirigido hacia otros municipios alejados de la capital. Fausto Burgueño explica en qué consiste El planetario móvil: “Tiene una bóveda de ocho metros de diámetro y capacidad para 45 niños, se llevan telescopios y se ofrecen conferencias y cursos de astronomía, y llevamos también equipos de laboratorio del museo, herramientas multimedia, cine científico, talleres, computadoras, minitalleres, y todo eso lo instalamos en cada cabecera municipal por varios días o semanas.”

Si cada Centro debe adaptarse a la localidad donde se ubica, el Museo Itinerante de Historia y Ciencia, propiedad de Roberto Ang, tiene el objetivo de instalarse todo el tiempo que sea necesario. El museo presenta aspectos diversos de la cultura, relacionados con ciencia, salud, adicciones, ecología, historia prehispánica, origen y evolución del hombre, desarrollo social, etcétera. Se trata de un sitio previamente ubicado conforme a los criterios de uso de métodos audiovisuales y multimedia, y consta de 130 módulos exhibidores, salas de competencias, computadoras y dioramas.

El señor Ang nos relata su experiencia: “Nos instalamos en dos periodos de 15 días durante mayo y junio en Matamoros, Tamaulipas, con entrada gratuita. El contenido del museo fue elogiado por maestros y asistentes de las escuelas privadas; sin embargo, para recuperar en algo mi inversión pido el apoyo de las autoridades municipales, de asociaciones civiles de beneficencia y del DIF, para que colaboren con una parte de la entrada y el público pague lo demás.” No obstante: “Es muy difícil presentar estos proyectos a gobernadores y secretarios de educación estatal. No se dan cuenta de la importancia que tiene para maestros y alumnos contar, aunque sea por determinado tiempo, con un lugar donde se conozcan aspectos de la historia de su pueblo y de la ciencia en general.”

Dado lo costoso en tiempo y dinero que significa la

*Sala del Universo, del Centro de Ciencias de Sinaloa.*

promoción, Roberto Ang ha intentado vincularse con el sector federal, y obtuvo respuesta no de México, sino de los Estados Unidos, específicamente de Mc Allen, en Texas: “Se firmó un convenio con el Mc Allen International Museum para presentar, durante octubre, noviembre y diciembre, la sala de la época prehispánica que exhibe maquetas con equipo multimedia de las zonas arqueológicas de Teotihuacan, Chichén Itzá y Palenque. Esta sala se complementa con los monumentos de Coatlicue, Coyolxauhqui, Chac Mol y la Piedra del Sol, y todos los exhibidores tienen presentación electromecánica para dar movimiento, con información audiovisual en español e inglés.”

Entre los diferentes centros de ciencia del país existe interés y voluntad para hacer más accesible el conocimiento científico, y algunos de ellos ya crean sus propias exposiciones temporales para después rentarlas a otros centros. Esto, que puede resultar un gasto importante, también ha encontrado una solución reciente, esto es, entre dos o más centros construyen una exposición temporal, que se va rotando entre ellos, sin costo para quien la instala. “Decisiones como esta facilitan la divulgación de la ciencia y la tecnología, independientemente del lugar donde el público se encuentre”, señala el doctor Burgueño.

### **Divulgar la ciencia, objetivo final**

En nuestro país cada vez hay mayor interés en la divulgación científica, y una muestra de ello es el crecimiento de centros de ciencia en la República. Actualmente funcionan 18, cuatro de los cuales fueron establecidos en los últimos cinco años. No obstante, aún son pocos en comparación con la población nacional, pues mientras Canadá tiene una población de 29 354 000 habitantes, cuenta con 113 centros de ciencia; los Estados Unidos tienen 242 centros y una población de 273 793 000 habitantes, México, con casi 100 millones de habitantes, tiene 18, de acuerdo con datos de la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMCCYT), y se ubica a la cabeza de América Latina en esta modalidad.



*Sala del Espacio, del Centro de Ciencias Explora.*

### **Centros de ciencia, otra opción para crear cultura científica**

La divulgación de la ciencia y la tecnología conquista nuevos espacios conforme el público se interesa por comprender mejor el mundo que lo rodea. Libros, radio, televisión, cine, revistas, periódicos y algunos congresos iniciaron la labor, que ahora ha alcanzado a los recintos museográficos, usando nuevos métodos de enseñanza teórica y práctica. Los llamados centros de ciencias constituyen una opción para el acercamiento a los avances científicos que, si bien, en principio parecen incomprensibles, en realidad tienen una base teórica que puede ser asimilada por medio de la vista, el olfato o el tacto. ●



---

# Contaminación atmosférica por partículas y salud en la ciudad de México

GUADALUPE PONCIANO RODRIGUEZ , IRMA ROSAS PEREZ Y ERNESTO ALFARO MORENO

E

N LOS ÚLTIMOS AÑOS LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN

atmosférica se han agravado rápidamente en diversas partes del

mundo, las concentraciones máximas permisibles de

contaminantes atmosféricos, fijadas por la Organización

Mundial de la Salud, se sobrepasan con frecuencia, en especial

en las áreas urbanas de países en desarrollo, como es el caso de

la ciudad de México, donde los efectos en la salud, resultantes

de la exposición a dichos contaminantes de su atmósfera se han

transformado en un problema de salud pública y en motivo de

inquietud para la población afectada, tanto por las elevadas

concentraciones que se alcanzan como por el gran número de

individuos expuestos.

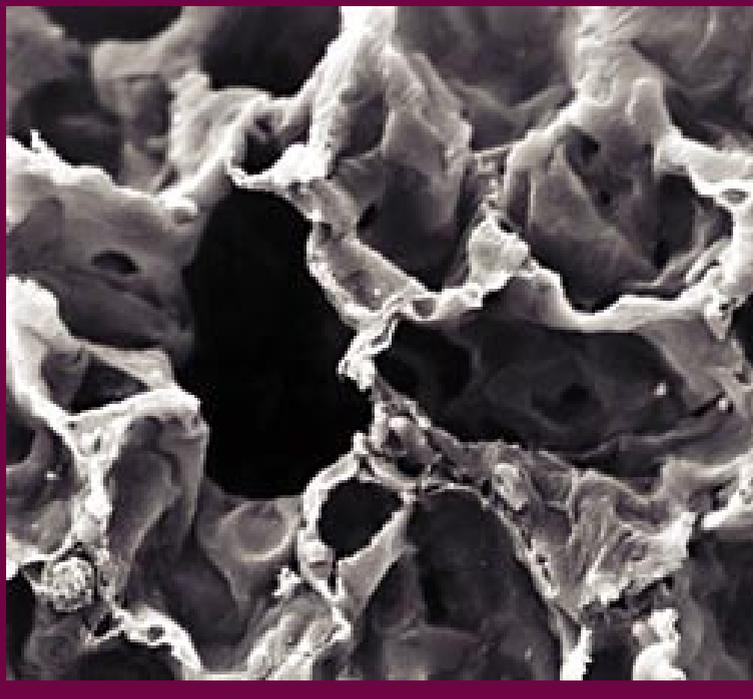


Figura 1. Ultramicrofotografía con microscopio electrónico de barrido del alveolo pulmonar, donde se observan los poros de Kohn (PK) y los espacios alveolares (EA) 1000 X.

Al iniciarse el verano del año antepasado, en la Zona Metropolitana de la ciudad de México (ZMCM) se afrontaron situaciones de contingencia atmosférica hasta de cuatro días continuos, en los que se alcanzaron concentraciones de ozono y partículas menores de 10 micrómetros que sobrepasaban más de dos veces el nivel máximo permisible establecido por la legislación ambiental mexicana. Todo esto se agravó por las elevadas temperaturas, la baja humedad, las condiciones de estabilidad atmosférica, los incendios forestales y las técnicas de preparación agrícola, así como los humos y gases emitidos a la atmósfera por el volcán Popocatepetl, al menos durante dos semanas del mes de mayo de 1998, cuando parecía que el cielo de nuestra ciudad no volvería a ser azul. Lógicamente este tipo de contingencias, que por desgracia ya se han vuelto cíclicas en esta capital, vuelven año con año a ser motivo de preocupación y cuestionamiento tanto para las autoridades metropolitanas como para sus habitantes. Las principales inquietudes que surgen al presentarse esta problemática son el resultado, cuestionable en ocasiones, de los numerosos programas que se han puesto en marcha para tratar de aliviar este problema, y por otra parte el aspecto de los efectos en la salud que pueden presentarse en los individuos expuestos de forma crónica, es decir, durante largos periodos, a estos niveles de contaminantes atmosféricos.

Para entender los mecanismos de daño es importante, primero, analizar algunas generalidades del aparato respiratorio, que es la puerta de entrada a nuestro organismo de las sustancias tóxicas presentes en el aire que respiramos. Algunas de éstas se quedan en la primera

parte del aparato respiratorio, pero otras llegan hasta los alveolos pulmonares, de donde las toma la sangre y las transporta hasta otros sitios distantes del organismo en los que ejercen su efecto. La textura esponjosa de los pulmones se puede explicar al ver la figura 1, en la que se observa con microscopía electrónica de barrido una parte del alveolo pulmonar, que es la parte más fina del aparato respiratorio y donde se realiza el intercambio gaseoso. Si pudiéramos extender sobre una superficie plana nuestro aparato respiratorio, éste ocuparía aproximadamente el área de una cancha de tenis, ya que tiene 70-100 m<sup>2</sup>, lo que determina que junto con la piel sean las dos partes del organismo humano que presentan mayor superficie de contacto con el ambiente. En el caso del aparato respiratorio, este contacto se realiza por medio de los casi 12 mil litros de aire que respiramos a diario, lo que determina que sea especialmente sensible a los agentes ambientales. Esto adquiere gran trascendencia si sabemos que en la ZMCM se liberan a la atmósfera aproximadamente 4.3 millones de toneladas anuales de contaminantes.

### 1. Principales contaminantes atmosféricos

El número de sustancias nocivas que se puede encontrar en atmósferas urbanas es muy elevado. Sin embargo, el monitoreo ambiental se limita a los denominados contaminantes-criterio, así llamados porque al medir sus niveles en la atmósfera indican de manera precisa la calidad del aire y son de los que se cuenta con mayor información sobre sus efectos en la salud.

Para estos contaminantes se han establecido límites permisibles, avalados por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud, y sus valores nos dicen la concentración a la que podemos exponernos sin sufrir daños a la salud, pues por arriba de este límite se empiezan a tener efectos adversos, especialmente en los grupos más sensibles de la población, de los que se hablará más adelante. En México, los niveles de contaminantes atmosféricos se expresan en el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (Imeca), que señala, para cada uno de los

Cuadro 1

## Normas de calidad del aire en México. Valores límite

Contaminante	Exposición aguda		Exposición crónica
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima permisible	Para protección de la salud de la población susceptible
Ozono	0.11 ppm (1 hora)	1 vez cada 3 años	—
Dióxido de azufre	0.13 ppm (24 horas)	1 vez al año	0.003 (media aritmética anual)
Dióxido de nitrógeno	0.21 ppm (1 hora)	1 vez al año	—
Monóxido de carbono	11 ppm (8 horas)	1 vez al año	—
Partículas suspendidas totales	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas)	1 vez al año	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Partículas de la fracción respirable	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas)	1 vez al año	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Plomo	—	—	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio aritmético en 3 meses)

Diario Oficial de la Federación, 3 de diciembre de 1994.

contaminantes-criterio, un valor de 0 a 500 puntos, y cuando se rebasa el Imeca 100, que coincide con el límite permisible de cada contaminante (véase cuadro 1), se pueden presentar molestias y un incremento de los síntomas respiratorios, como tos, flemas y sibilancias (silbido que hace el aire al pasar por los bronquios estrechos y aparece con frecuencia en los individuos asmáticos y en los bronquíticos crónicos), primero en los grupos más susceptibles como los enfermos y posteriormente en la población general, las que se agudizan conforme aumenta la concentración de sustancias nocivas.

Un aspecto que es importante mencionar cuando hablamos de límites permisibles es que debemos integrar al concepto de concentración la idea de tiempo. Por ejemplo, no es lo mismo que nos expongamos a 0.11 ppm de ozono durante una hora al año, que durante tres horas diarias durante un año, por ello es necesario observar en este cuadro que el límite de cada contaminante está formado por una concentración dada y un tiempo de exposición.

En este punto es primordial aclarar que no todos los individuos respondemos de la misma manera ante la agresión que significa exponerse a contaminantes atmosféricos, y los que primero responden y actúan como indicadores tempranos de los efectos adversos son los niños, especialmente los menores de cinco años; los enfermos, sobre todo los que tienen patologías cardiopulmonares y pulmonares preexistentes como los asmáticos y los bronquíticos cróni-

cos, así como las mujeres embarazadas y los ancianos. Así, los límites permisibles establecidos tratan de proteger en particular a estos grupos sensibles.

## 2. Contaminación atmosférica en la ZMCM

Los niveles de contaminantes atmosféricos en la ZMCM no siguen un patrón homogéneo de distribución en los más de 1 600 kilómetros cuadrados que ocupa el área de nuestra ciudad, donde podemos encontrar diferencias notables en cuanto al tipo de contaminante y a su concentración en una misma hora. Por ejemplo, las concentraciones más elevadas de partículas suspendidas totales (PST), partículas menores de 10 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y plomo (Pb) se presentan en las áreas de mayor actividad industrial como Xalostoc y la zona norte de la ciudad, disminuyendo en forma gradual hacia el sur. En contraste, los oxidantes fotoquímicos como el ozono ( $\text{O}_3$ ), contaminante secundario que se forma a partir de los hidrocarburos y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) en presencia de la luz solar, constituyen un verdadero problema en la zona sureste de la ciudad, en donde han llegado a niveles que se encuentran muy por encima de la norma permisible establecida por la legislación ambiental mexicana, con el efecto consecuente en la salud de la población expuesta.

Es precisamente el efecto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud de los habitantes de la ZMCM

lo que en la actualidad constituye una de las mayores preocupaciones, en especial durante la época de secas (noviembre-abril), cuando la contaminación ambiental sumada a las bajas temperaturas y otras condiciones climatológicas adversas que se presentan en los meses de diciembre y enero incrementan, por un lado, los padecimientos respiratorios, y por el otro propician las contingencias ambientales, aunque desafortunadamente hemos observado que a lo largo de todo el año se pueden presentar estos episodios.

### 3. La contaminación atmosférica y sus efectos en la salud

El efecto de los contaminantes atmosféricos en la salud del ser humano puede estudiarse en dos situaciones distintas:

a) En episodios de contaminación aguda, cuando una o varias sustancias nocivas alcanzan concentraciones muy elevadas en la atmósfera durante varios días, y esto en general se combina con condiciones climatológicas adversas como frentes fríos e inversiones térmicas de duración considerable, las cuales propician la inestabilidad atmosférica. El episodio ocurrido en Londres, en diciembre de 1952, es el ejemplo clásico de este tipo de contaminación, cuando durante cinco días se alcanzaron concentraciones muy elevadas de dióxido de azufre y partículas que dejaron un exceso de mortalidad representado por cuatro mil fallecimientos entre individuos de los grupos sensibles de la población.

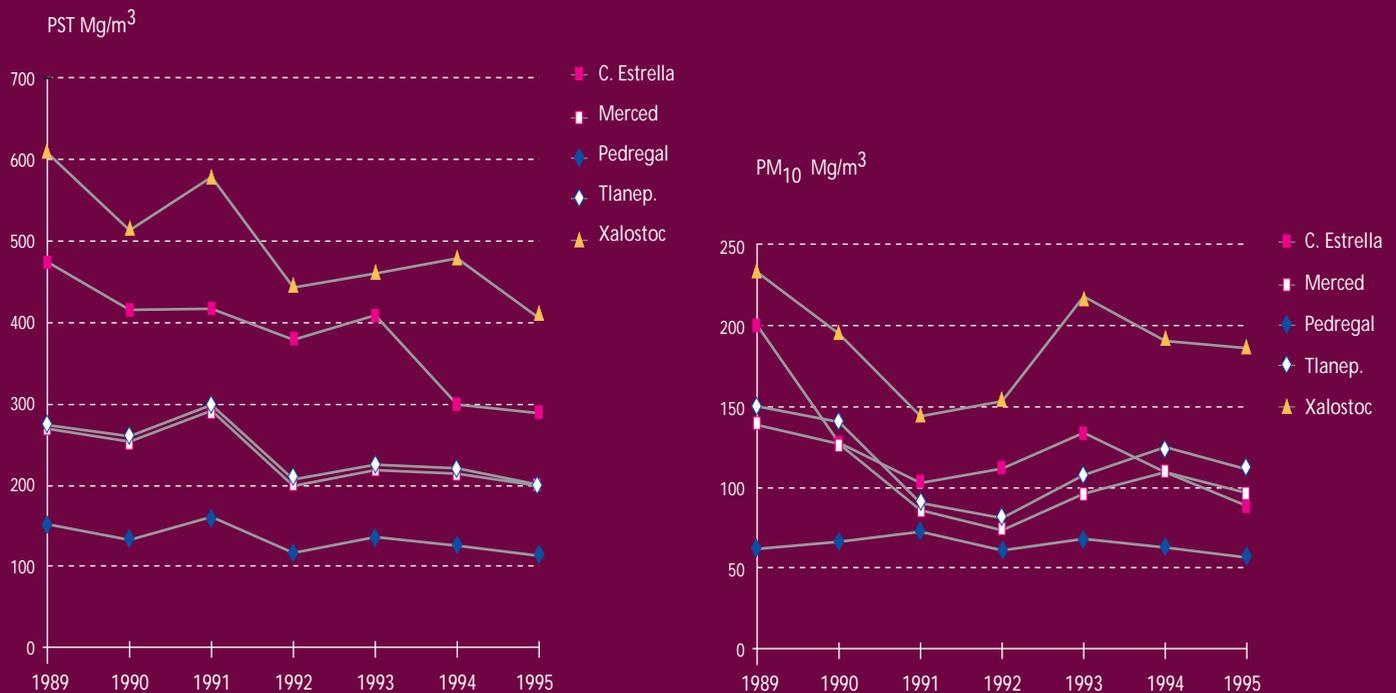
b) En contaminación de tipo crónico, cuando las concentraciones de los contaminantes atmosféricos no llegan a ser tan elevadas como en el caso anterior; sin embargo, presentan valores que fluctúan con respecto a los límites permisibles de manera cotidiana, y en este caso la exposición es continua durante periodos que pueden ser muy largos. Los niños que nacen y habitan toda su vida en áreas contaminadas como nuestra ciudad serían el ejemplo de este tipo de exposición.

En la contaminación aguda se ha demostrado un incremento de la frecuencia de enfermedades de las vías respiratorias, como bronquitis, neumonías, exacerbación

del asma, infecciones y complicaciones respiratorias; asimismo se presenta un aumento de estas enfermedades (morbilidad) y también hay una elevación importante de la mortalidad en los grupos antes mencionados. En el caso de exposición crónica a contaminantes atmosféricos también se observa un incremento de la morbilidad, presentándose mayor frecuencia y duración de las enfermedades de las vías respiratorias superiores (rinitis, sinusitis, laringitis y faringitis, en las que ocurre una inflamación del área involucrada, por ejemplo de los cornetes y senos nasales, laringe y faringe, respectivamente), y de bronquitis, enfisema, neumonías y asma en las vías respiratorias inferiores. Asimismo, se ha documentado un aumento de la mortalidad en los grupos sensibles, debido a la exposición crónica a partículas atmosféricas, especialmente a las menores de 10 micrómetros, que también produce la exacerbación de los síntomas respiratorios y una alteración de los mecanismos de defensa y de limpieza del aparato respiratorio.

A pesar de que contamos con gran cantidad de información sobre los efectos agudos de los contaminantes atmosféricos, todavía no entendemos con exactitud las consecuencias que podrían tener en enfermedades como el enfisema, que es un padecimiento crónico degenerativo en el cual se pierde gradualmente la estructura y función de los pulmones, y de otros padecimientos como el cáncer pulmonar, del cual hablaremos en la segunda parte de este artículo.

Es importante mencionar que a lo que realmente estamos expuestos los habitantes de las grandes ciudades es a una mezcla compleja de contaminantes atmosféricos químicos y biológicos, y como no tenemos la capacidad de inhalar aire con un solo tipo de contaminante, los efectos de éstos pueden ser sinérgicos o aditivos, es decir, un contaminante al estar en contacto con otro(s) modifica su efecto, magnificándolo o sumándolo. Es comprensible que, debido a la dificultad que representa el evaluar el efecto de las mezclas, se trate de determinar el papel de cada uno de los contaminantes-criterio por separado; sin embargo, esto es algo que se debe considerar al evaluar el riesgo que representan estos agentes para la salud de la población.



Gráfica 1. Comportamiento de las partículas suspendidas totales (PST) y de las partículas menores de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>) en diversas estaciones de monitoreo de la ZMCM, de 1989 a 1995. Se observa que los valores promedio más elevados de PST se presentaron en el norte de la ciudad durante 1989 (600 µg/m<sup>3</sup>), y una situación similar se presenta con las PM<sub>10</sub>, aunque de éstas se presentó otro pico en 1993. La zona suroeste de la capital ha presentado las concentraciones más bajas tanto de PST como de PM<sub>10</sub> en los siete años representados en la gráfica.

#### 4. Efectos de la exposición a partículas atmosféricas

Cuando hablamos de contaminación ambiental por partículas nos referimos a una mezcla de corpúsculos sólidos y líquidos suspendidos en la atmósfera, cuyos constituyentes generalmente varían en tamaño, composición y origen. Las partículas más pequeñas se describen como aerosoles, mezcla estable suspendida en un gas (aire), y pueden estar constituidas por gran cantidad de sustancias. Las de origen natural se componen por lo común de elementos presentes en el suelo y de partículas de origen biológico, pero las que provienen de la combustión, generalmente están integradas por corpúsculos atomizados y cenizas del combustible, en cuya superficie podemos encontrar adsorbidos metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos, que van a modificar su toxicidad.

En los Estados Unidos se han realizado diversos esfuerzos para regular las partículas atmosféricas, que por su tamaño podrían llegar y depositarse hasta en las vías más finas del

aparato respiratorio, con el daño consecuente. Estas normas han seguido refinándose, y en nuestro país, por ejemplo, ya se realiza el monitoreo ambiental de partículas menores de 2.5 en diferentes estaciones de la Red de Monitoreo Atmosférico. Todo esto refleja la preocupación que se tiene acerca de los efectos que pueden tener las partículas sobre la salud del ser humano.

En lo que se refiere al comportamiento de las partículas en la ZMCM, este sigue un patrón estacional, en el que las concentraciones más elevadas se presentan durante la época de secas y se observa el efecto de lavado de la atmósfera durante las lluvias. Históricamente, los valores más altos de partículas suspendidas totales se registraron en el norte y sureste en el año de 1989, con concentraciones de hasta 600 µg/m<sup>3</sup>, valor muy por encima del límite permisible, y una situación similar, aunque menos marcada, se presentó con las PM<sub>10</sub>. Por otra parte, la zona suroeste de la ciudad ha presentado las concentraciones más bajas tanto de PST como de PM<sub>10</sub> en los últimos siete años (véase gráfica 1).

Las partículas biológicas (véase fig. 2) se originan de

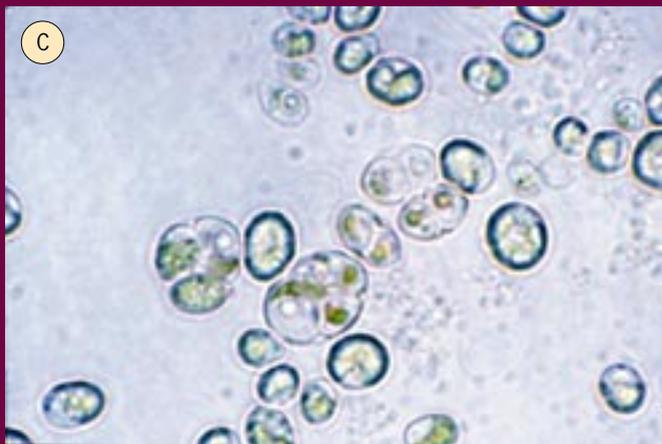
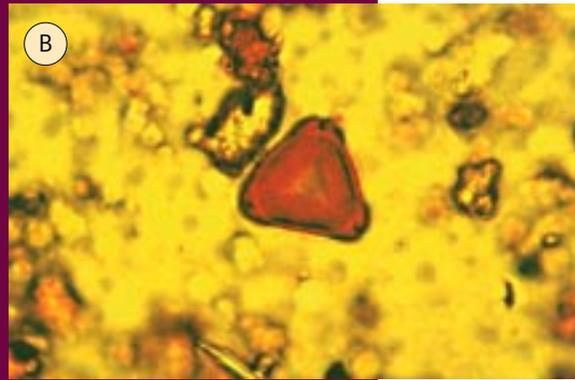


Figura 2. Los hongos (A), los granos de polen (B) y las algas (C) se presentan suspendidos en la atmósfera; su abundancia y heterogeneidad varían espacial y temporalmente, ya que presentan una estacionalidad muy marcada.

manera natural en el suelo y la vegetación, que se encuentran muy deteriorados en nuestra ciudad, debido en parte al alto grado de urbanización y al mal manejo de residuos sólidos y aguas residuales, así como al poco control de animales como perros y roedores, que incrementa la exposición de los habitantes de la ciudad de México a agentes infecciosos y compuestos biogénicos metabólicos y estructurales, que constituyen antígenos no convencionales. La sobrevivencia en el ambiente de estos microorganismos patógenos, como bacterias, les confiere mecanismos de resistencia que probablemente modifican su expresión génica, es decir, alteran la información contenida en el material genético. A esta compleja mezcla de compuestos y microorganismos se le ha denominado polvo orgánico y puede estar formado por proteínas animales y vegetales, endotoxinas (compuesto que forma parte de la pared externa de algunas bacterias patógenas del aparato

digestivo) y micotoxinas (toxinas de hongos).

Esto implica que la contaminación biológica que estamos sufriendo, característica de países subdesarrollados, en donde el desmedido crecimiento de la población ha impedido aplicar medidas eficientes para reducirla, se ha combinado con la contaminación química, problemática de países desarrollados, en los que existe gran cantidad de fuentes fijas y móviles de emisión de contaminantes a la atmósfera, dificultándose terriblemente la identificación de un padecimiento específico asociado a uno u otro tipo de exposiciones, y si a ello agregamos que un alto porcentaje de nuestra población tiene problemas de desnutrición, esto nos daría como resultado algo que podríamos llamar “el síndrome de la pobreza”, en el cual confluyen factores como mala alimentación, vida en hacinamiento, poco acceso a servicios de salud, bajo nivel educativo, exposición a contaminantes atmosféricos y a enfermedades de tipo infeccioso parasitario.

Los habitantes de la ciudad de México nos encontramos en contacto directo y continuo con diversos agentes, los que varían su concentración, dependiendo de si se trata de un ambiente extramuros (espacios abiertos) o intramuros (espacios cerrados como viviendas, oficinas, escuelas), en una distribución que se resume en el cuadro 2.

A partir de los trabajos epidemiológicos publicados a principios de los noventa por diversos grupos mundiales de trabajo sobre los efectos de la exposición a partículas y el incremento de la mortalidad de las poblaciones expuestas, ésta se ha transformado en una de las áreas más intensamente estudiadas de la salud ambiental. En nuestro país sabemos que por cada  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que se incrementen las partículas suspendidas totales en la atmósfera, habrá un aumento del 6% en la mortalidad de individuos mayores de 65 años, pero todavía se desconocen los mecanismos de daño. Estudios recientes llaman la atención hacia el efecto de las partículas, no únicamente sobre el aparato respiratorio sino también sobre el cardiovascular pero, de nuevo, los mecanismos exactos de toxicidad todavía no se han definido del todo. Estudios experimentales en los que se

Agentes biológicos	Efecto	Exposición	
		Extramuros	Intramuros
Partículas biológicas			
Polenes	Alergeno	X	-
Propágulos fúngicos	Alergeno, infectante	x	X
Algas	Alergeno	X	-
Bacterias	Inflamación, infestivo	X	X
Compuestos biogénicos			
Excretas animales (proteínas)	Alergeno	X	X
Endotoxinas	Activación celular	x	X
Aflatoxinas	Genotóxico	-	X
X	Exposición alta	x	Exposición baja
		-	Sin exposición

han expuesto células a partículas obtenidas de la atmósfera de la ciudad de México han demostrado que éstas son capaces de inducir la muerte y de producir daño en el material genético, lo cual nos habla de una toxicidad importante. Sin embargo, no podemos extrapolar directamente estos resultados con los efectos que pudieran tener en el ser humano, y este aspecto se analizará en la segunda parte del presente artículo.

Por otro lado, cada vez surgen más evidencias de que la composición de las partículas en la ciudad de México es altamente heterogénea, ya que las fuentes emisoras varían en las diferentes zonas metropolitanas, por lo que se ha visto que la composición y consecuentemente la toxicidad de las partículas puede variar. La pregunta que surge ahora es ¿cómo se refleja esto en cuestiones de salud?

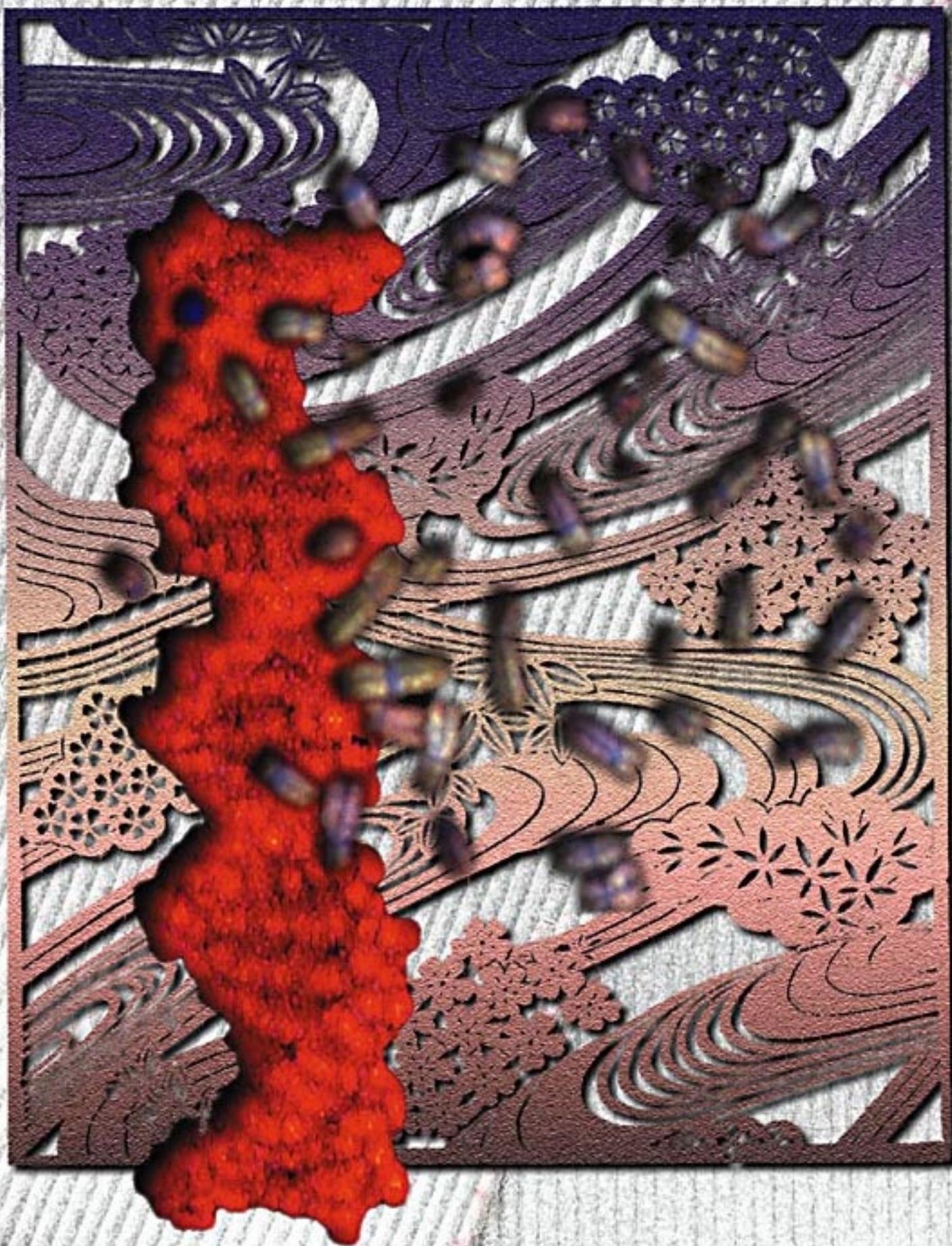
Como se mencionó anteriormente, la legislación ambiental mexicana establece los límites permisibles de las aeropartículas en ambientes extramuros; sin embargo, deben mencionarse dos puntos importantes, pues podrían modificar los parámetros que definen estas normas; el primero es que nuestra norma oficial es gravimétrica, es decir, se determina la calidad del aire por la cantidad de partículas en peso que hay en un metro cúbico de aire, sin tomar en cuenta la composición de éstas. Este punto es muy relevante, ya que la composición modifica los efectos tóxicos de las partículas, pues no es lo mismo exponernos a partículas ricas en metales pesados como el plomo, por ejemplo, que a partículas con un componente biológico preponderante. El otro punto es que, por desgracia, en nuestro país no existen suficientes estudios en ambientes intramuros, en donde el hacinamiento y el contacto con animales domésticos y muchas veces con el humo y los gases resultantes de la utilización de leña y otros biomateriales, así como de humo de tabaco, desempeñan un papel importante en el contagio y en el incremento de las enfermedades respiratorias. 🌿

### Agradecimientos

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

### Bibliografía

- Reyes, D.C.; B.R. Mireles; J.A. Chimal; I. Carranza; A. Aguirre; M.E. Alfaro, y V.A.R. Osornio. "Evaluación de la capacidad hemolítica *in vitro* de muestras de polvo casero de la Delegación Benito Juárez", *Rev. Inst. Nal. Enf. Resp.*, 1995, 8(2), pp. 38-42.
- Rivero S., O., R.G. Ponciano, *et al.* *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*. Biblioteca de la Salud, Fondo de Cultura Económica, México, 1993.
- Rivero S., O. y R.G. Ponciano. *Factores ambientales de riesgo para la salud en la ciudad de México*, Programa Universitario de Medio Ambiente, México, 1996, UNAM, 600 p.
- Rosas, I.; R. Belmont y E. Jáuregui. "Seasonal Variation of Atmospheric Lead Levels in Three Sites in Mexico City", *Atmósfera*, 1995, 8, pp. 157-168.
- Rosas I., A. Yela, y C. Santos-Burgoa. "Occurrence of Airborne Enteric Bacteria in Mexico City", *European J. Aerobiol.*, 1994, 10, pp. 39-45.



*Una nueva estrategia  
para el análisis genético del cáncer*

---

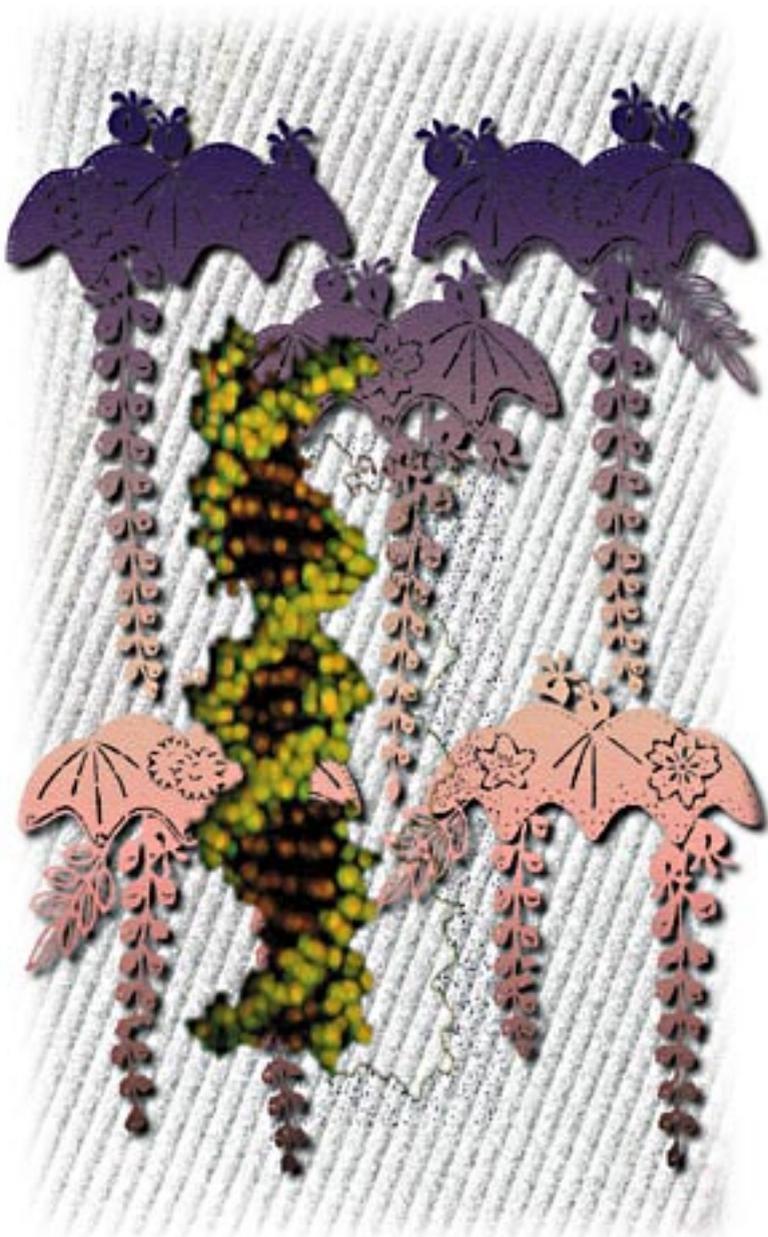
# Hibridación genómica comparativa

ALFREDO HIDALGO, SONIA CHENG, CARLOS PEREZ, IVAN MARTINEZ,  
BEATRIZ GONZALEZ Y MAURICIO SALCEDO

# E

## Introducción

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS HEMOS SIDO TESTIGOS DE UN IMPRESIONANTE desarrollo en el estudio de la genética molecular del cáncer, y una de las técnicas que mayores efectos ha tenido en el estudio citogenético de los tumores la constituye la hibridación genómica comparativa, que nos permite obtener en un solo experimento un amplio panorama de las alteraciones cromosómicas presentes en un tumor, abriendo el camino para la identificación de posibles marcadores biológicos aplicables en el diagnóstico y tratamiento de una neoplasia.



Se acepta actualmente que el proceso de carcinogénesis o formación de determinado cáncer se rige por una serie de eventos en los cuales se acumulan paulatinamente diversas alteraciones genéticas que pueden ser, entre otras, pérdidas o ganancias de regiones cromosómicas o cromosomas completos, así como el “encendido” y “apagado” de secuencias génicas. La caracterización y el entendimiento de estas alteraciones genéticas permitirá obtener una perspectiva más amplia acerca de los mecanismos celulares y moleculares implicados en la génesis y el desarrollo del cáncer. En este sentido, algunas técnicas para el estudio de los cromosomas (citogenética), han permitido detectar una serie de alteraciones que pueden

servir como marcadores tumorales; sin embargo, la aplicación de éstas presenta algunos inconvenientes que dificultan el estudio de ciertos tumores, como los originados en tejido muscular o sarcomas, los tumores de mama, próstata, etc., ya que éstos presentan diversas dificultades metodológicas que hacen difícil el desarrollo de cultivos celulares a partir de ellos. Debemos mencionar también que la resolución de estas técnicas es limitada, por lo que se pueden subestimar algunas de las alteraciones presentes en células tumorales. El progreso acelerado de técnicas que permiten la detección de ácidos nucleicos específicos en células o tejidos, denominadas “hibridación *in situ*”, así como la gran cantidad de fragmentos conocidos de ácido desoxirribonucleico (ADN) o “sondas” disponibles, representa un gran avance en el estudio de las alteraciones moleculares en la célula tumoral. Su alta especificidad y relativa facilidad de uso han hecho de estas técnicas una herramienta fundamental para el estudio de los fenómenos de pérdida y ganancia de secuencias de ADN involucradas en la carcinogénesis. No obstante, su aplicación resulta poco práctica si se quiere llevar a cabo un análisis que involucre diversas regiones genómicas al mismo tiempo, requiriéndose de un número considerable de experimentos de hibridación, utilizando sondas diferentes en cada uno de ellos.

Se ha desarrollado en fecha reciente una técnica de hibridación particularmente aplicable al estudio de la genética molecular de los tumores, la hibridación genómica comparativa o HGC, técnica que permite obtener, a partir de ADN genómico y en un solo experimento de hibridación, un mapa cromosómico (cariograma) que mediante variaciones en la intensidad de color indica la localización de regiones cromosómicas que sufren pérdidas (delecciones) o ganancias (amplificaciones) en determinada patología, así como una estimación cuantitativa de dichas alteraciones.<sup>1</sup> Aun siendo una técnica elaborada, ésta es ideal para el estudio de aquellos tumores en los que a diferencia de las enfermedades hematológicas (leucemia, linfomas, etc.), resulta difícil la obtención de cromosomas en metafase (fase del ciclo celular en que el material genético está condensado, formando cromosomas visibles), adecuados para

su análisis. Por otro lado, el establecimiento de cultivos celulares a partir de tejido tumoral fresco implica costos altos y presenta diversas dificultades técnicas. Además, es posible que durante el proceso de cultivo sean inducidas nuevas alteraciones genéticas que no estaban presentes en el tumor original. A diferencia de lo anterior, la HGC requiere simplemente de la purificación del ADN del tejido en estudio.

### Fundamentos de la hibridación genómica comparativa

El primer paso de la HGC implica la purificación de ADN genómico de células tumorales de tejido fresco o de archivo, y de células normales (células sanguíneas de un sujeto normal). Enseguida, se lleva a cabo el marcaje de los ADNs tumoral y normal, utilizando diferentes moléculas reporteras para cada uno, digoxigenina y biotina, respectivamente. Una vez marcados, ambos ADNs se mezclan en concentraciones similares y se utilizan como sonda de hibridación sobre metafases obtenidas de cultivo de células sanguíneas de sujetos normales. Por lo regular, el ADN normal se revela con una sustancia llamada rodamina, que emite luz roja cuando se ilumina con ultravioleta y el ADN tumoral con fluoresceína, que emite luz verde, mientras que los cromosomas se tiñen con diamino fenil indol (DAPI), que emite luz azul (véanse figs. 1 y 2).

Los cromosomas sirven como matriz sobre la cual se unen los ADNs previamente marcados, por lo tanto, en el caso de una pérdida o deleción cromosómica habrá sólo hibridación del ADN normal (rojo) ya que esta información se perdió en el ADN tumoral, y en el caso de una amplificación o ganancia, el exceso de ADN tumoral (verde) presente en la muestra se unirá a la región cromosómica específica (véase fig. 3). Una vez realizada la hibridación, y observando en un microscopio equipado con un sistema de luz ultravioleta, al cual se acopla una cámara digital, se capturan por separado tres imágenes de una misma metafase, utilizando filtros ópticos específicos para cada fluorocromo. Con posterioridad éstas se procesan con un siste-

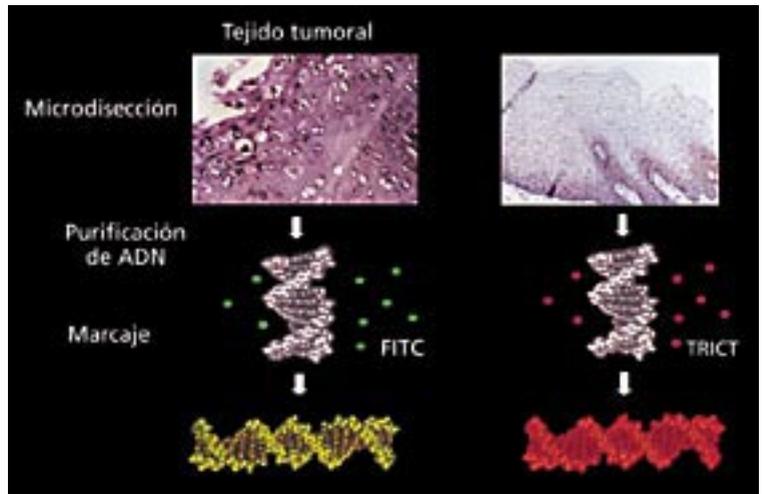


Figura 1. Obtención y marcaje de ADN. Una vez identificada la zona de interés en el tejido se procede a extraer y purificar el ADN, marcándolo con los fluorocromos fluoresceína (FITC, verde) y rodamina (TRICT, rojo).

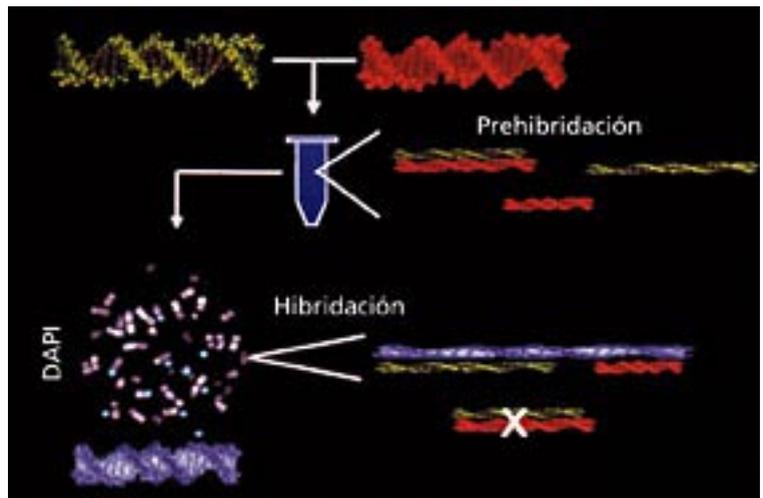


Figura 2. Hibridación sobre metafases normales. Una vez marcados los ADNs, se mezclan en concentraciones similares, se prehibridan en solución y se hacen hibridar sobre cromosomas normales que se tiñen con el fluorocromo DAPI.

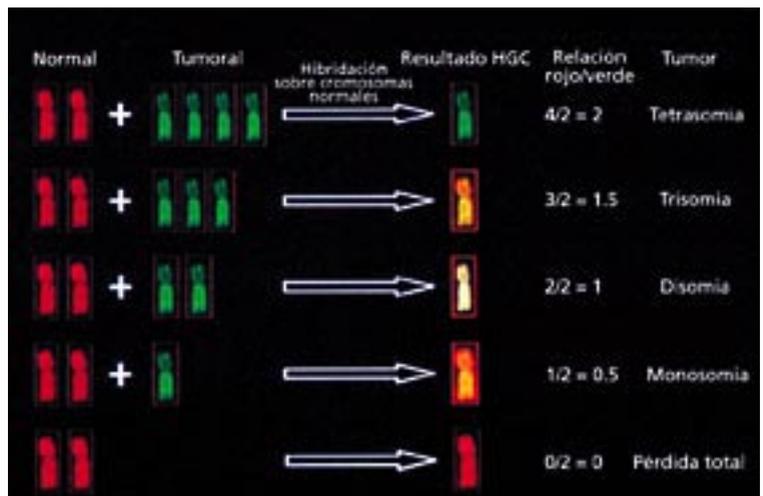


Figura 3. Fundamento de la HGC. Las variaciones de color que se observan en los cromosomas o en regiones dentro de ellos dependen del número de copias de esa región, presentes en el ADN tumoral, siendo constante la concentración del ADN normal.

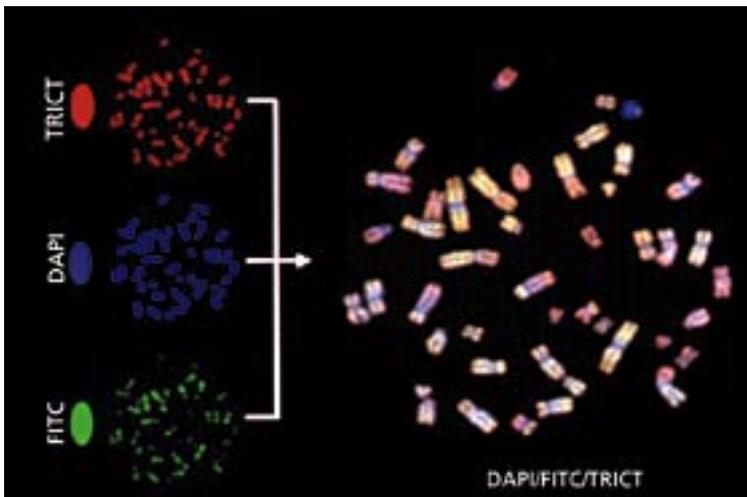


Figura 4. Captura de imágenes. Usando filtros específicos para cada fluorocromo se captan tres imágenes de una metafase; el sistema mezcla éstas y obtiene un "mapa cromosómico", indicando en rojo las deleciones y en verde las amplificaciones.



Figura 5. Cariotipificación y análisis. Una vez ordenados los cromosomas, el programa obtiene un cariograma promedio y realiza la densitometría en cada cromosoma, graficando a la izquierda de la línea media las deleciones y a la derecha las amplificaciones.

ma de análisis de imágenes, dando como resultado una metafase en la cual estarán presentes cada uno de los colores utilizados en el experimento –verde, rojo y azul– (véase fig. 4). Enseguida, se ordenan los cromosomas de manera semiautomatizada y, posteriormente, el sistema de análisis suma y promedia los resultados de al menos diez metafases de cada caso, con la finalidad de hacer más homogénea la fluorescencia y minimizar los artefactos de hi-

bridación. Por último, el sistema realiza un análisis para evaluar cambios en la intensidad de la fluorescencia sobre cada cromosoma, indicando las regiones deletadas o amplificadas en una gráfica junto a cada cromosoma. Así, el resultado final de la HGC es un "cariograma promedio" que, con cierto intervalo de confianza, presenta junto a cada cromosoma un perfil de las regiones alteradas (véase fig. 5).<sup>2</sup>

Resulta evidente el hecho de que al extraer ADN de una muestra de tejido es factible que esté mezclado tanto el de células tumorales como normales, lo que puede ocasionar falsos positivos o negativos en los resultados obtenidos. Por otro lado, la heterogeneidad celular dentro de un mismo tumor también puede ocasionar un sesgo en los resultados. Estos problemas se pueden resolver parcialmente llevando a cabo una microdissección del tejido, usando un microscopio óptico y seleccionando sobre cortes de tejido sólo el área de interés para el análisis. La capacidad de la técnica de utilizar el ADN, obtenido a partir de tejido incluido en parafina como muestra de análisis, abre la posibilidad de llevar a cabo estudios retrospectivos que permitan relacionar la presencia de alteraciones genéticas específicas con comportamientos biológicos determinados de alguna enfermedad.

Los resultados obtenidos mediante HGC sientan las bases para una caracterización mejor del proceso de carcinogénesis, delimitando segmentos cromosómicos específicos involucrados en determinada patología. Estos hallazgos permiten la aplicación de estudios posteriores, tales como el análisis de pérdida de heterocigocidad (alteración de la copia génica normal restante de una secuencia de ADN determinada) en las regiones deletadas, en las cuales podrían estar potencialmente ubicados los genes reguladores. Sin embargo, la HGC no puede detectar otro tipo de alteraciones genéticas que comúnmente se presentan en gran cantidad de neoplasias, como son las translocaciones cromosómicas, es decir, el intercambio de material de un cromosoma a otro. No obstante, la combinación de la HGC con otras técnicas de biología molecular (hibridación fluorescente *in situ* para la región de un cromosoma también llamado FISH por sus siglas en inglés –FISH

múltiple– dirigido a teñir todos los cromosomas de diferentes colores, etc.) permite llevar a cabo un análisis completo de las alteraciones genéticas que se presentan en determinada patología. De lo anterior se desprende que la HGC puede utilizarse para detectar posibles marcadores involucrados en la evolución del cáncer –oncogenes (genes promotores de cáncer) y antioncogenes (genes supresores de tumor)–, señalando regiones donde se pueden localizar genes involucrados en procesos como resistencia al tratamiento, capacidad invasora, metástasis, etcétera.

### Resultados obtenidos en diferentes neoplasias

Hasta el momento se han llevado a cabo estudios de HGC en diversas neoplasias, y un ejemplo de lo anterior lo constituye el descubrimiento de la amplificación del gen de receptor de andrógenos (hormona masculina; gen *ra*) en cáncer de próstata recurrente. Gracias a experimentos de HGC se descubrió una amplificación en el cromosoma X región q12, la cual surgía con posterioridad al tratamiento por privación de andrógenos y no se encontraba en los tumores iniciales. Así, con ayuda de otras técnicas de biología molecular, se demostró que el gen *ra* es el responsable de la resistencia al tratamiento por supresión hormonal en este grupo de tumores.<sup>3</sup> Por otro lado, en cáncer de mama se descubrió, mediante HGC, una zona de amplificación en el cromosoma 20 región q13, y recientemente se ha descrito que las amplificaciones del cromosoma 20q13 en estos tumores se asocian con un comportamiento agresivo, siendo menor el intervalo libre de enfermedad y el tiempo de supervivencia en las pacientes con esta alteración cromosómica.<sup>4</sup> Otro ejemplo lo constituye el cáncer de pulmón, que en la mayoría de los casos no es operable al momento del diagnóstico. Diversos estudios sugieren que deleciones en el cromosoma 3p están asociadas a la iniciación del tumor, seguidas de alteraciones en los cromosomas 9p, 13q y 17p. En el caso del carcinoma de células escamosas, se han encontrado comúnmente deleciones en 10q, y estudios posteriores han demostrado que la pérdi-

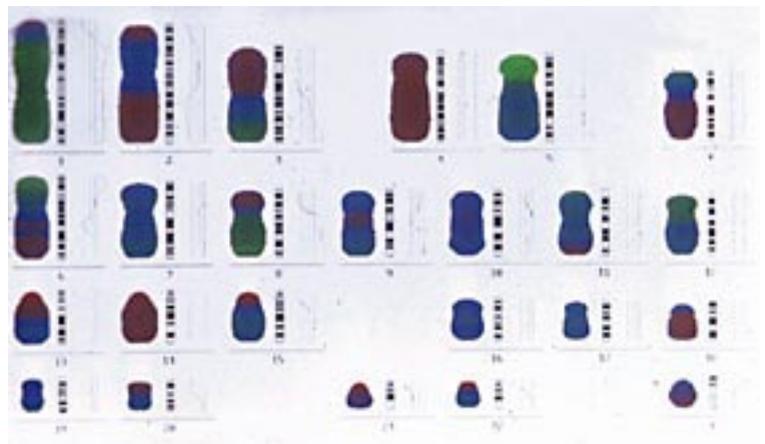


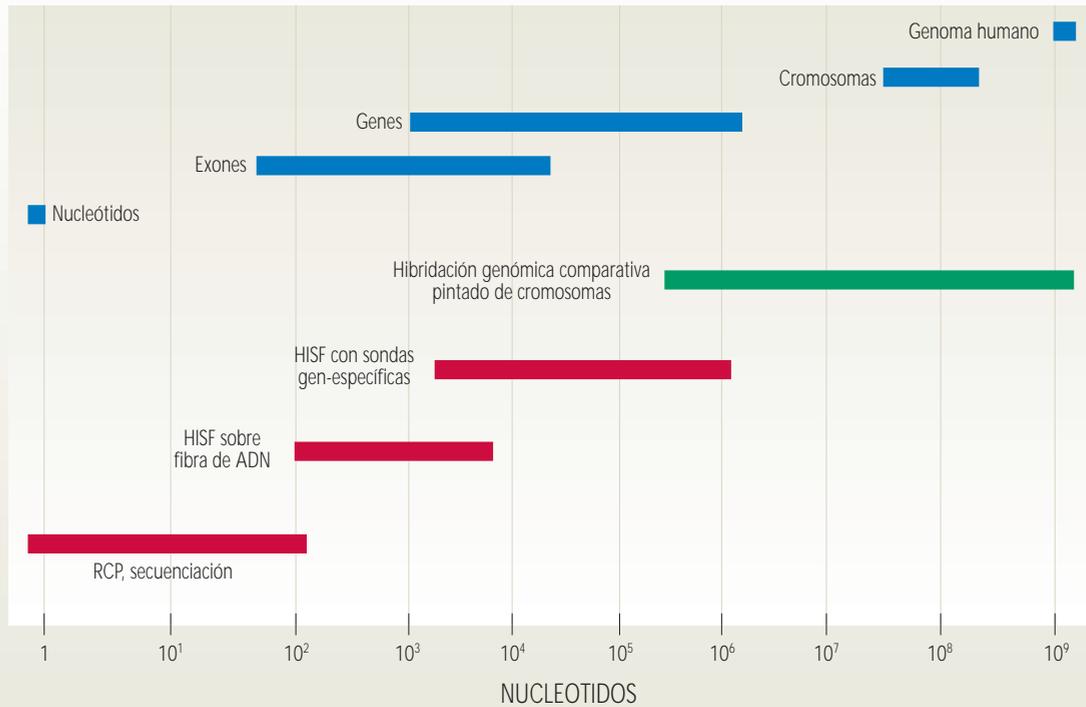
Figura 6. Alteraciones cromosómicas en un tumor del cérvix-uterino. Se observan diversas alteraciones incluyendo la amplificación de 3q24-ter, la pérdida de 3p, y la amplificación del isocromosoma 8q, donde se localiza el gen *c-myc* (resultado obtenido por nuestro grupo).

da de esta región está asociada con la característica de metástasis. Así, la detección de pérdidas de ADN en la región 10q podrían convertirse en un marcador genético útil para determinar el potencial metastásico en esta neoplasia.<sup>5</sup>

El cáncer cérvico uterino no ha sido la excepción. En el desarrollo de este tumor la infección por virus de papiloma humano (HPV) desempeña un papel importante; sin embargo, es necesario que se presenten además otras alteraciones genéticas que permitan que una lesión progrese hasta convertirse en un tumor con capacidad invasora y, en un bajo porcentaje, esto puede ocurrir sin infección viral aparente. El espectro de lesiones que van desde el epitelio cervical normal hasta el carcinoma invasor sugiere una posible secuencia de eventos genéticos durante la progresión tumoral. Por HGC se ha encontrado que la alteración genética más significativa es la ganancia de la región cromosómica 3q, junto con la pérdida de 3p. La presencia de este trastorno específico parece definir la transición de una lesión preinvasora también llamada displasia severa hacia un carcinoma invasor (véase fig. 6). En estos momentos, nuestro grupo, en colaboración con el Hospital Universitario Charité de Berlín, Alemania, ha encontrado resultados que sugieren un posible vínculo entre el fenómeno de integración del genoma del virus de papiloma humano dentro del ADN de la célula infectada y la presencia de pérdida o ganancia de material genético en diversos cromosomas.<sup>6</sup> Nuestros resultados de HGC en tumores primarios del cérvix uterino, así como de líneas celulares derivadas de este tipo de tumor, junto con resultados obtenidos por el grupo berlinés en carcinomas de pulmón, pueden ser observados en la dirección electrónica de la referencia 1. Por otro lado, hemos iniciado

Cuadro 1.

Metodologías de estudio del genoma humano



RCP= Reacción en cadena de la polimerasa. HISC= Hibridación *in situ* fluorescente.

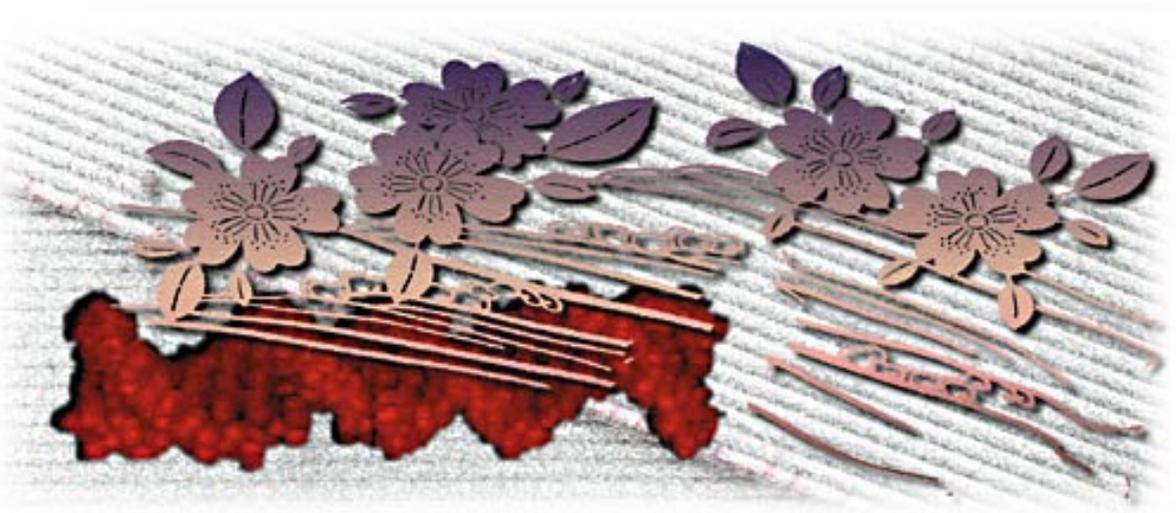
también estudios de HGC enfocados al cáncer de tiroides, encontrando alteraciones en los cromosomas 6, 16, 4, 5, 11, 13, 19 y 20.

La HGC en otros campos de investigación

La versatilidad de esta técnica permite que su aplicación no se limite al análisis de neoplasias o tumores. Su capacidad para determinar cuantitativamente alteraciones cromosómicas, la convierte en una herramienta útil en los análisis citogenéticos, evaluando la presencia de alteraciones específicas ligadas a diversos síndromes y enfermedades genéticas. Como ejemplos se encuentran la determinación de pérdidas de material cromosómico (5p- en el síndrome de Cri du chat, XO en el síndrome de Turner, 7q11- en el síndrome de Williams y 15q11-13- en el síndrome de Prader-Willi, etc.) o ganancias del mismo (47XXY en el síndrome de Klinefelter, trisomías de 18, 13 y 21 en los síndromes de Edwards, Patau y Down, respectivamente) con fines de diagnóstico prenatal y posnatal, así como análisis genético de preimplantación, este último en el caso de la fecundación *in vitro*.

Conclusiones y perspectivas

Hasta hace poco el estudio genético de procesos como el cáncer se había enfocado principalmente al análisis de alteraciones aisladas dentro del genoma (detección de cambios en la secuencia de ADN, hibridación *in situ* con sondas gen-específicas, etc.). Poco a poco, esta visión ha ido cambiando conforme se hace más evidente la complejidad del proceso, y por ello resulta necesaria la aplicación de nuevas metodologías que ofrezcan una visión integral del fenómeno. Las nuevas técnicas de biología molecular (HGC, microchips de ADN, FISH múltiple o pintado de cromosomas, huellas de expresión de ARN, etc.) abren esta posibilidad, ofreciendo un panorama general del genoma humano en situaciones normales y patológicas (véase cuadro 1). Gracias a estos avances se podrán entender, en un periodo de tiempo más corto y de forma más completa, los mecanismos implicados en la carcinogénesis. Asimismo, los resultados obtenidos mediante estas metodologías sientan las bases para la posterior aplicación directa de la biología molecular en la clínica, tanto en el diagnóstico como en el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades.



## Bibliografía

1. Kallioniemi, A., Kallioniemi, O.P., y cols. "Comparative Genomic Hybridization for Molecular Cytogenetic Analysis of Solid Tumors", *Science*, 1992, 258, pp. 818-821.
2. Roth, K.; G. Wolf; M. Dietel, e I. Petersen. *Image Analysis for Comparative Genomic Hybridization (CGH) Based on a Karyotyping Program for Windows. Analytical and Quantitative Cytology and Histology*, 1988, (en prensa).
3. Joss, S., y U. Bergerheim y cols. "Mapping of Chromosomal Gains and Losses in Prostate Cancer by Comparative Genomic Hybridization", *Genes Chromosom Cancer*, 1995, 14, pp. 267-276.
4. Kallioniemi, A., Kallioniemi, O.P., y cols. "Detection and Mapping of Amplified DNA Sequences in Breast Cancer by Comparative Genomic Hybridization", *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 1994, 91, pp. 2156-2160.
5. Petersen, I., y H. Langreck y cols. "Small Cell Lung Cancer is Characterized by a High Incidence of Deletions on Chromosomes 3p, 4q, 5q, 10q, 13q and 17p", *Br. J. Cancer*, 1997, 75, pp. 79-86.
6. Hidalgo, Alfredo, y Christiane Schewe y cols. "Human Papilloma Virus Status and Chromosomal Imbalances in Primary Cervical Carcinomas and Tumor Cell Lines" (artículo en revisión).

## Referencias

- 1.- <http://amba.charite.de/cgh/> : Grupo de HGC del Hospital Universitario Charité, Berlín, Alemania.
- 2.- <http://www.uta.fi/imt/sgy/> : Grupo de HGC de la Universidad de Tampere en Finlandia.
- 3.- <http://www.nhgri.nih.gov/DIR/LCG/CGH/index.html/> : Base de datos que contiene literatura acerca de HGC en el Instituto para la Investigación del Genoma en los EE.UU.
- 4.- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/CGAP/> : Proyecto Anatomía del Genoma de la Célula Neoplásica, Instituto Nacional del Cáncer, EE.UU.

## Agradecimientos

Expresamos nuestro reconocimiento al doctor Iver Petersen y a todo su grupo (Laboratorio de Oncología Molecular, Hospital Universitario Charité, Berlín, Alemania) por su amistad, así como por el apoyo académico y experimental; a las doctoras Alejandra Mantilla (Departamento de Patología, Hospital de Oncología, CMNS-XXI, IMSS), Minerva Lazos y Mercedes Hernández (Departamento de Patología, Hospital General de México, SS) por su apoyo en cuanto a la obtención de material biológico, y al doctor Ricardo García Cavazos (Departamento de Genética, INPer, SS, México), y a ORBI, S.A. de C.V., por las facilidades otorgadas para lograr el montaje de esta metodología en nuestro laboratorio.

---

# El achiote

*Una especie subexplotada*

GREGORIO GODOY HERNANDEZ

## Introducción

**E**

L ACHIOTE (*Bixa orellana* L.) ES UNA especie originaria de la parte norte de América del Sur. El nombre científico deriva de la palabra caribeña *bija orbiché*, y de orellana en honor de Francisco de Orellana (primer explorador

del río Amazonas).<sup>1</sup> El nombre común del achiote proviene del náhuatl *achiotl*, y es una planta de más de cinco metros de altura (véanse figs. 1 y 2), de cuyo arilo (cubierta de las semillas) se extrae un pigmento carotenoide de color naranja-amarillo, denominado bixina.<sup>2,3</sup> El pigmento es soluble en aceite, mientras que la norbixina, que es el producto formado por su saponificación (adición de álcali), lo es en agua.<sup>4</sup>



1. Rama de un árbol de achiote de la variedad denominada India.

### Los múltiples usos del achiote

La importancia del achiote se debe a su uso como agente pigmentante para la industria de la cerámica, de la pintura, barnices y lacas; la tinción de telas de seda y algodón; la alimentación de aves y en innumerables actividades del arte culinario (véase fig. 3). En muchos países desarrollados tiene una gran demanda en la industria alimentaria, ya que es utilizado para mejorar la presentación del color de los derivados lácteos, cárnicos, grasas, helados, yogur, bebidas, postres y botanas. También es utilizado para potenciar el color de la masa en productos de panadería bajos en grasas.<sup>1,3,4</sup> La tendencia reciente se orienta a la utilización del achiote en la industria de cosméticos, para la manufactura de productos dedicados al cuidado del cuerpo (cremas, lociones, champús), ya que el aceite de esta planta, por ser emoliente y por su alto con-

tenido de carotenoides, provee de cualidades antioxidantes a dichos productos. Esta especie también puede representar un gran potencial para la industria farmacéutica, por las propiedades terapéuticas de sus extractos, entre las que destacan actividades bactericidas, antidisentéricas, afrodisíacas, astringentes, diuréticas, purgantes, cicatrizantes, hipotensoras, hipoglucémicas y también se emplea en el tratamiento de problemas de la piel, fiebres y hepatitis.<sup>1</sup>

### Producto de creciente importación

La importancia del achiote para la industria alimentaria de los Estados Unidos es notoria, ya que en 1994 los estadounidenses importaron 4 900 toneladas de semillas a un precio promedio de 1 000-1 100 dólares/tonelada, con posibilidades de incremento en los



2. Acercamiento de la rama del árbol de achote con las cápsulas secas que contienen las semillas con el pigmento denominado bixina.

3. Productos de achote que se expenden en supermercados para su uso en la preparación de platillos tradicionales.



próximos años a 1 300 dólares/tonelada o más. Los países que suministraron dicha demanda, en orden de importancia, fueron: Perú, Brasil, Guatemala, Ecuador, Kenia y la Costa de Marfil, pero las expectativas de crecimiento del mercado para el achote en el vecino país del norte y en la Comunidad Económica Europea se espera que sean de un 2-3% anuales.<sup>5</sup>

### Proyecciones a futuro

De acuerdo con los volúmenes de importación de los Estados Unidos en 1994 (4 900 toneladas de semilla), se requeriría sembrar en el estado de Yucatán una superficie de 49 km<sup>2</sup>, con una producción homogénea de una tonelada/hectárea y con una producción de semillas cuyo contenido de bixina sea mayor del 2%, para cubrir dicha demanda. En México, a pesar de que la especie tiene una distribución preferencial en el Sureste, los únicos estados que se dedican a la producción de achote son Quintana Roo (14 toneladas) y Yucatán (90 toneladas), con rendimientos de una tonelada/hectárea.<sup>6</sup> En Yucatán, para el periodo 1997-1998, se informó que la producción total fue únicamente de 78 toneladas, por lo

que la obtenida durante esos años sólo representaría entre el 1.83-1.59% del total requerido en 1994 por los estadounidenses.

### Estadísticas de producción y problemas de cultivo

Las estadísticas de la producción de semillas de achote no son muy representativas, ya que sólo dos compañías de condimentos yucatecos tienen una demanda individual que fluctúa entre 100-150 toneladas anuales. Se importa mayormente la semilla de Guatemala, Belice y ocasionalmente de Perú, y en el mercado interno se compra la producción local y la de los estados vecinos; esto sin considerar la demanda que otras compañías obtienen de la oferta local, que podría estimarse individualmente entre 50 y 70 toneladas. En estas estadísticas, tampoco se considera la producción de semillas de achote que las microempresas familiares almacenan y utilizan en la elaboración de la pasta que se emplea como condimento y se expende directamente al público en los mercados de las diferentes poblaciones municipales. De aquí que siendo conservadores, se pueda estimar que la

producción total de achiote en el Sureste de México sea mayor de 500 toneladas anuales, lo cual resulta insuficiente para sostener la demanda local.

La pregunta obvia es por qué, siendo el Sureste de México un hábitat natural del achiote, los estados que lo integran no cuentan con una producción de semillas para satisfacer las necesidades de sus industrias de condimentos, llegando en ocasiones a la necesidad de importarlas. Las razones pueden ser muy variadas, pero entre las más importantes se pueden considerar:

1. La producción de semillas de achiote se realiza básicamente en huertos familiares y es muy variable, además de tener dichas semillas diferentes contenidos de bixina.
2. El desconocimiento del tipo de variedades existentes de achiote y de las que poseen mayor contenido de bixina.
3. La planta tiende a ser atacada por hongos, pero se desconocen las plagas y enfermedades que pudieran ser dañinas si se cultivara en grandes extensiones.
4. Las compañías de condimentos de Yucatán compran la semilla por peso y no por el contenido de bixina, con lo cual no alientan el cultivo de variedades específicas.
5. Las mismas compañías fijan cada año el precio/kg de semillas (5-18 pesos) y con ello desalientan a los agricultores para fomentar el cultivo de la especie.
6. El insuficiente apoyo de las agencias gubernamentales para fomentar el desarrollo de este cultivo.
7. La carencia de un sistema alterno de comercialización, para evitar que las compañías fijen el precio a su conveniencia y en detrimento de los productores.

A pesar de la importancia económica que podría representar para la industria de condimentos, o para la farmacéutica o de cosméticos el mejor conocimiento de la planta de achiote en todos los niveles para su mejor aprovechamiento, en la actualidad los estudios científicos sobre esta especie en la región o en el resto de nuestro país son casi inexistentes, lo cual es una verdadera lástima, ya que el mayor conocimiento de la especie y de sus varie-

dades permitiría una mejor explotación de este recurso natural, que contribuiría a diversificar la dependencia de cultivos tradicionales en el estado de Yucatán como he-nequén, chile, jitomate, papaya, frijol, calabaza, etc. Esta situación también representa una desventaja, ya que en otros países se ha informado que es muy susceptible al ataque de hongos e insectos (hormigas, escarabajos), que pueden causar grandes pérdidas en la producción cuando se cultiva en grandes extensiones. Aunque se están realizando intentos para fomentar el cultivo de achiote en el estado de Yucatán por parte de la Universidad Autónoma de Chapingo, en colaboración con el Fondo Nacional para Empresas en Solidaridad (Fonaes), mediante el cultivo de 150 hectáreas de achiote con fines de exportación, estas buenas intenciones pueden fracasar si no se asegura un comprador de la cosecha a buen precio (15-20 pesos), ya que el actual fijado por algunas compañías locales de cinco pesos/kg de semillas de achiote es posible que desincentive el interés de los productores involucrados en este programa, que subsiste por los fondos aportados por el Fonaes.

#### **Planeación del cultivo de achiote mediante un programa apoyado por el Estado**

Con este panorama, será necesario crear un programa gubernamental que promueva el establecimiento de plantaciones de variedades de achiote con altos contenidos de bixina, para aumentar la producción de semillas de mejor calidad y con ello evitar la salida de divisas por concepto de su importación. Al mismo tiempo, habría que promover la exportación de productos de achiote con mayor valor agregado, como la bixina y la norbixina pura, que tienen gran demanda en los países industrializados. Para ello será necesario desarrollar los métodos de extracción a gran escala y encontrar aplicaciones alternas al remanente libre del pigmento de las semillas, ya que si consideramos que en promedio el contenido de bixina sería del 2%, de cada tonelada procesada se obtendrían 20 kg de bixina y 980 kg de semillas de desecho.



4. Cultivo *in vitro* de callos de achiote obtenidos a partir de tallos de la variedad India.



5. Regeneración de plántulas de achiote a partir de tallos cultivados *in vitro* de la variedad India.



6. Regeneración de plántulas de achiote a partir de tallos cultivados *in vitro* de la variedad denominada trilobulada.

El hecho de que se excluyan muchos colorantes artificiales de la lista de aditivos permitidos en los alimentos, así como el de que los consumidores asocien la salud con el consumo de sustancias naturales, lleva a pensar que las demandas de pigmentos vegetales en los países industrializados aumentarán en los próximos años, y en particular la del achiote, porque es económico, seguro y fácil de utilizar. En consecuencia, será necesario mejor entendimiento y conocimiento de la especie, no sólo de carácter bioquímico, celular y fisiológico, sino también sobre las enfermedades y plagas que la atacan.

Por lo anterior, entre las características agronómicas que se necesita abordar en forma inmediata se encuentran:

1. Obtención de variantes de achiote con baja estatura, corona foliar bien desarrollada, altos contenidos de bixina y gran número de semillas por cápsula.
2. Obtención de variantes que formen cápsulas de tres valvas, ya que éstas contienen más semillas de lo normal.
3. Obtención de variantes en la que se haya resuelto el problema de la abertura temprana de las cápsulas, para evitar la caída de las semillas.
4. Estudio de la relación planta-patógenos, por las enfermedades y plagas que podrían atacarla cuando se cultive en gran escala.

#### Cultivos *in vitro* en México

Una forma más rápida para lograr lo anteriormente expuesto, es el uso de las técnicas de cultivo *in vitro*, y en forma particular las relacionadas con la regeneración de plantas para obtener variantes de la especie (4-5 años), lo cual representaría una ventaja en cuanto al tiempo de logro de una nueva variedad (20-25 años). En un primer intento para iniciar el estudio sistemático de esta especie durante el año de 1991 en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY), comenzaron los trabajos sobre esta especie, mediante el establecimiento de cultivos *in vitro* de callos de achiote,

a partir de explantes de hojas, tallos y raíces de plántulas germinadas, así como de cultivos en suspensión y de raíces normales, con la finalidad de estudiar sus niveles de producción de carotenoides totales y de bixina, y compararlos con los contenidos en los explantes. Actualmente se dispone de la metodología necesaria para el establecimiento de cultivos *in vitro* a fin de ser utilizados como modelos de estudio (véase fig. 4).

También se están realizando trabajos de investigación relacionados con el aislamiento de genes involucrados en la biosíntesis de carotenoides del achiote y en el aspecto de la micropropagación *in vitro* de variedades de la planta a partir de semillas con altos contenidos de bixina. En la actualidad, se dispone de un sistema de regeneración de planta completa por las técnicas de cultivo de tejidos vegetales a partir de tallos de plántulas germinadas (véanse figs. 5 y 6), que ofrece la posibilidad de aplicar las técnicas de la ingeniería genética para iniciar estudios moleculares básicos sobre la biosíntesis de carotenoides en la planta de achiote.

Con la finalidad de eliminar la variación genética de las plantas regeneradas a partir de explantes de tallo de plántulas germinadas, se están realizando simultáneamente estudios *in vitro* sobre la regeneración de plantas completas de achiote mediante explantes de planta adulta. De lograrse esto último, se estaría dando un avance muy significativo en la obtención de un vegetal más homogéneo genéticamente y en la propagación masiva de material vegetativo de alta calidad, y con la experiencia de los fitomejoradores tradicionales se podrían establecer parcelas experimentales para evaluar el potencial de las técnicas de micropropagación masiva, para obtener variantes de achiote con nuevas características agronómicas; esto nos brindaría la posibilidad de influir en el cultivo a corto y mediano plazos. El establecimiento de plantaciones con material vegetal más homogéneo genéticamente y con altos contenidos de bixina, con seguridad crearía más fuentes de trabajo en las comunidades rurales y de manera indirecta se evitaría la salida de divisas por la importación de la semilla, contribuyendo de esta manera al desarrollo del Sureste de México.

## Conclusiones

Las investigaciones realizadas en el CICY permiten considerar que los cultivos *in vitro* obtenidos a partir de la planta de achiote pueden ser utilizados como modelo para el estudio de la biosíntesis de bixina en lugar de la planta completa. Por otra parte, los estudios de regeneración de la planta *in vitro* permitirán lograr variantes con mejores características agronómicas, con lo cual en corto tiempo se podrían tener plantaciones genéticamente más homogéneas, que garantizarán una producción de semillas de achiote más estable que la existente en las actuales. Por lo anterior, puede considerarse que la aplicación de las técnicas de los cultivos *in vitro* y de la ingeniería genética contribuirán en corto tiempo a que esta especie, olvidada por los fitomejoradores tradicionales, pueda ser una fuente inagotable de divisas y de esta forma contribuir al desarrollo del Sureste de México, si cuenta desde luego con el fomento de las instancias de gobierno. 🌱

## Bibliografía

1. Aparnathi, K.C.; R. Lata, and S.R. Sharma. "Annatto (*Bixa orellana* L.). Its Cultivation, Preparation and Usage", *Intern. J. Trop. Agric.*, VIII(I), 1990, pp. 80-88.
2. Rivera, D.I. y E.M. Flores. "Morfología floral del achiote, *Bixa orellana* L. (Bixaceae)", *Rev. Biol. Trop.* 36(2B), 1988, pp. 499-509
3. Ohler, J.G. "Annatto (*Bixa orellana* L.)", *Tropical Abstracts* 24(7), pp. 409-413.
4. Ingram, J.S., and B.J. Francis. "The Annatto Tree (*Bixa orellana* L.). A Guide to its Occurrence, Cultivation, Preparation and Uses", *Tropical Science*, XI(2), 1969, pp. 97-103.
5. TJP Market Development. *The World Market for Annatto*, Washington, D.C., 1994. pp. 1-8.
6. Sagar. Centro de Estadística Agropecuaria. *Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, t. I, 1996, p. 582.



---

# La globalización en entredicho

CARLOS JAVIER MAYA AMBIA

## Primera aproximación

**E**L SENTIDO PRINCIPAL DEL HOY tan traído y llevado concepto de globalización, seguramente data de *La galaxia de Gutenberg* (1962) de H.M. McLuhan:

“La nueva interdependencia electrónica recrea el mundo en la imagen de una aldea global.” Esta formulación evaluaba de manera sintética el poderoso efecto del cambio tecnológico y proponía un nuevo paradigma para explicar nuestro mundo. La imagen de

la “aldea global” sugiere que intercomunicación conlleva entendimiento, acuerdo, reconocimiento y aceptación de la otredad del interlocutor. En efecto, la mayor parte de la humanidad está intercomunicada por medio del dinero, que es el lenguaje universal. Este hecho hace más claro que la intercomunicación no necesariamente desemboca en acuerdo y menos aún en tolerante aceptación. Todo idioma tiene usos plurivalentes, por ejemplo el lenguaje de la moneda lo mismo sirve para ejercer violencia, para brindar ayuda o para perpetuar la indiferencia.

Aunque la globalización es el uso mundial del lenguaje del dinero, muchos han pensado que también se globaliza la política y quizá la cultura. Pero si el lenguaje monetario en lugar de llevarnos a la aldea global puede conducirnos al tribalismo planetario y al deslinde inter e intrasocial, y el mensaje puede ser no de aceptación, sino de rechazo o bien de subordinación, ¿cuánto más no podríamos esperar tratándose de otros lenguajes, como el de la política, la religión, la cultura en suma? Por tal razón, al hablar de la globalización no es osado recordar *El traje nuevo del emperador*, ni imprudente preguntarse ¿estará desnudo, semidesnudo o apenas vistiéndose el monarca que parece regir los destinos de la humanidad en toda la superficie del planeta azul?

### 1. ¿Globalización?

El término se refiere a la economía-mundo, una red de procesos productivos intervinculados (cadenas de mercancías) hacia adelante y hacia atrás (Wallerstein, Samir Amin, Gunder Frank). Es sinónimo de mayor integración económica por la vía de los flujos de comercio, capital y tecnología, de mayor competencia proveniente de países de bajos salarios, desplazamiento del trabajo ocasionado por la inversión extranjera directa (Harald Trabold), y liberación de las fuerzas del mercado mundial como un proceso impuesto e ineludible para la mayoría de las naciones (Martin y Schumann). En palabras de Stokes, la globalización comprende tres elementos: mercados más amplios, mayor movilidad del capital y considerable especialización.

Frente a quienes aseguran la existencia de la globalización, otros la cuestionan, pues existen interpretaciones distintas en cuanto a la dinámica, las implicaciones y los componentes de la misma (véase Ianni, 1998). La existencia de la globalización generalmente se argumenta con apoyo en datos económicos y quienes la cuestionan apuntan que no es algo tan nuevo ni un proceso tan avanzado como muchos afirman. Por ejemplo, Andre Gunder Frank hace una crítica sobre la afirmación de que la moderna racionalidad de origen europeo se convirtió en dominante en el espacio global, y la llama miopía eurocéntrica al

pensar que dicha racionalidad sea una característica particular de los europeos o del capitalismo, pues los asiáticos y otros pueblos fueron igualmente racionales y estuvieron igualmente obligados a ser competitivos en el mercado mundial mucho antes de que los europeos llegaran.

En contra de Altvater y Mahnkopf, quienes opinan que en otros tiempos existió integración global, pero limitada a la esfera de la circulación, Gunder Frank asevera que la competencia y la integración en el mercado, al igual que la división del trabajo y de la producción, si bien no eran todavía de alcance mundial, sin duda impregnaron hasta lo más profundo a la sociedad y su modo de vida, por lo menos desde la Edad de Bronce de los asirios y de la cultura harappa. La sociedad y el mercado tuvieron desde hace largo tiempo dimensiones mundiales en el contexto afro-asiático, independientemente de invasiones y migraciones. Así, la globalidad, más todavía que la globalización, ha sido, por lo menos desde hace 1500 años, un hecho de la vida en el mundo entero, con excepción por algún tiempo quizá de un par de islas poco pobladas en el Pacífico. Este punto de vista contrasta con la tesis de que los años noventa significan una nueva fase en la historia mundial y lo mismo con quienes piensan que la globalización se inició en 1945, durante el siglo XX, o incluso desde el XIX.

De manera análoga, Treanor considera la globalización como un mito y piensa que hablar de ella puede ser una forma de propaganda nacionalista. La creencia en la globalización parte de un supuesto falso: un mundo de estados autónomos, separados, soberanos y con diferentes historias, que existió antes de que se derrumbaran las fronteras en 1989 o tal vez desde 1950. Este enfoque olvida que los estados presentan una estructura global y universal y que cooperan para mantener un orden mundial nacionalista y excluir otros posibles. A fin de entender la lógica equivocada de la globalización hay que observar la lógica de los países; para los globalistas existen sólo dos opciones: 180 estados nacionales o una unidad global, y al observar las relaciones entre esos 180 estados nacionales deducen que existe la globalización. La confusión se deriva del hecho de ignorar que dichos estados son sólo una entre

muchas formas posibles de Estado y que el comercio entre las naciones puede ser global, pero no por ello éstas se disuelven en el proceso globalizador; tampoco es justo denominar globalización a todo fenómeno que va más allá de las fronteras nacionales.

Estas advertencias, afirmando o refutando la existencia de la globalización, no deben perderse de vista al estudiar nuestro tema.

## 2. *¿Globus... urbi et orbi?*

La globalización de las comunicaciones se ha desarrollado esencialmente para satisfacer necesidades económicas, y corre pareja con la de la economía. En esta carrera ha nacido, como un híbrido, la difusión planetaria de la política económica neoliberal, seguida por todos los gobiernos del mundo, cuya meta es participar exitosamente en la economía global.

La idea de aldea global expresa también la creencia en la globalización de la información, de las ideas, de patrones y valores socioculturales. Se produce un mundo como hipertexto, dice Ianni, para quien el capitalismo global, hecho realidad con el fin de la guerra fría, influye, recubre, recrea o revoluciona todas las otras formas de organización social del trabajo, la producción y la vida, y todo pasa a ser influido por las instituciones, los patrones y valores del capitalismo, es decir, los principios del mercado, de la productividad, del lucro y del consumismo. Se forma una especie de sociedad civil global en la que se constituyen las condiciones y las posibilidades de realizar contratos sociales, formas de ciudadanía y estructuras de poder de similar alcance. Como Ianni, muchos piensan que se globaliza no sólo la comunicación (palabras o dinero), sino la sociedad y los valores como la democracia liberal pluralista, la creencia en el libre mercado como mecanismo óptimo de la socialidad y, sin duda, la eficiencia económica (Fukuyama). Todo esto presupone la existencia de una sociedad mundial; de ahí la utilidad de preguntarse sobre su existencia e incluso sobre su viabilidad.

En contra de estas opiniones, para Soros existe ciertamente una economía global, pero no así una sociedad

global, siendo ello la causa principal de la crisis actual del capitalismo. Altvater va todavía más lejos al afirmar que tal sociedad mundial no sólo no existe, sino que no puede existir, y para Huntington tampoco hay tal, sino un conjunto heterogéneo de civilizaciones en pugna. La globalización ha desembocado en un sistema internacional, pero difícilmente en una sociedad mundial, pues los estados tienen suficiente contacto entre ellos y suficiente influencia recíproca, pero una sociedad internacional requiere de intereses y valores comunes, de una cultura o civilización común, y nada apunta hoy en esa dirección. Hablemos entonces sólo de la globalización económica.

## 3. Redondo es sólo el dinero.

### Inicios, alcances y vacíos

En esencia, el capitalismo es un modo de producción internacional, pero en el siglo XX se vuelve propiamente global, pues al concluir la guerra fría, penetró en todas las formas de organización social del trabajo, la producción y la vida (Ianni). El capital global, formado mediante la internacionalización del mismo, vino a ser una forma nueva y desarrollada del capital en general, en la cual el carácter financiero adquirió más fuerza que en cualquier época anterior. La globalización del capital financiero significa –explica Beams– que cada sección de éste, incluso si sus operaciones individuales están confinadas a un mercado nacional dado, se encuentra bajo la presión de obtener una tasa de ganancia alineada con los estándares internacionales, so pena de que sus accionistas globalmente móviles desplacen sus inversiones. Los procesos de producción, cuyo agente principal ha sido la corporación transnacional, ya no tienen lugar dentro de las fronteras nacionales, sino desagregadamente, relocalizándose en diferentes partes del mundo.

En la historia primero tuvo lugar la globalización del capital-mercancía (comercio internacional), luego la del capital-dinero (crecimiento de las inversiones y las finanzas internacionales), pero el capital productivo seguía atado al Estado-nación, aunque ahora la globalización lo ha desligado de éste y también ha desvinculado la ganancia

del incremento de los niveles de vida de la población trabajadora. En la posguerra, el aumento de las ganancias se asoció con incrementos en el empleo, en los salarios y en los niveles de vida. Hoy las ganancias se obtienen reduciendo costos internos y desplazando la mano de obra, pero mientras más altamente esté desarrollada la productividad del trabajo, mayor será el incremento necesario para ampliar la masa de plusvalía; el ulterior desarrollo de la productividad del trabajo, como resultado de las innovaciones tecnológicas, conducirá a una reducción en la masa de plusvalía, desembocando en una crisis de la acumulación de capital. Este es el punto alcanzado hoy y en consecuencia, mientras en el pasado un incremento en la productividad del trabajo, debido a innovaciones tecnológicas, tendía a aumentar la masa total de plusvalía, hoy tiende a producir contracciones. Esta es la diferencia esencial entre el *boom* de la posguerra y el momento presente, y explica el recorte de millones de puestos de trabajo.

Para algunos, los niveles de globalización alcanzados en los últimos años son algo inédito. Otros, por el contrario, consideran que a principios de siglo “el mundo era más unitario política y económicamente que en ningún otro momento previo de la historia humana” (Huntington, 1998, 58). Los cincuenta años anteriores a la primera Guerra Mundial conocieron grandes flujos transfronterizos de bienes, capital y personas, y ese periodo de globalización, como el presente, estuvo conducido por reducciones en las barreras comerciales y caídas en los costos de transporte, gracias al desarrollo del ferrocarril y los barcos de vapor. La primera Guerra Mundial terminó abruptamente con esta dinámica y el mundo se dirigió hacia un fiero proteccionismo comercial, con fuertes restricciones al movimiento de capital. Después de la segunda Guerra Mundial, las grandes potencias reconocieron que la reducción de las barreras comerciales era vital para la recuperación, y la gradual reducción de aranceles a las importaciones contribuyó al florecimiento del comercio mundial. A principios de los setenta se derrumba este sistema (Bretton Woods) y las monedas empiezan a flotar, dando paso al renacimiento del mercado global de capitales. Gracias a los avances tecnológicos y a la baja en los costos de comunica-

ción y computación cayeron las barreras entre los mercados nacionales y aumentaron los flujos de bienes y dinero; sin embargo, nada indica que recientemente estos flujos se hayan acelerado con rapidez. El comercio internacional, sin duda la manifestación más obvia de la globalización, ha crecido más del triple que la producción mundial desde 1950, involucrando ya no materias primas, sino sobre todo productos manufactureros terminados, ligeros y poco voluminosos.

Después de dos decenios de desregulación, en los Estados Unidos pasó ya el periodo de grandes ganancias por productividad en el transporte, pero en muchos otros países todavía no, e incluso el transporte no ha sido liberalizado. La propiedad estatal en ferrocarriles y líneas aéreas, la regulación de costos de flete y las prácticas anticompetitivas mantienen altos los costos de transporte marítimo y frenan el comercio internacional. El abatimiento de semejantes barreras hará que las economías del mundo crezcan en forma más ligada.

Una de las facetas más polémicas de la globalización es la que atañe a la existencia de un mercado global de fuerza de trabajo y, consecuentemente, a los efectos de la migración sobre las economías nacionales. Al bajar los costos de transporte y aumentar los ingresos en los países en desarrollo, la migración se hace más fácil, pero, en países pobres con ingresos crecientes, el incentivo para desplazarse se reduce. A pesar de las duras reglamentaciones de los países ricos durante los setenta, la inmigración se incrementó en los ochenta y noventa, pero nuevas restricciones han reducido esta expansión en años recientes y el flujo migratorio de la mayoría de los países se ha mantenido constante. En cambio, se puede suponer que durante el siglo XIX sí existió un mercado global de fuerza de trabajo, pues de otra manera los Estados Unidos no hubieran podido expandirse como lo hicieron. En la actualidad no existe tal mercado real, debido a las severas restricciones vigentes, aunque sí es observable, como nueva tendencia, la migración de mano de obra altamente calificada, y si alguna vez aparece un verdadero mercado global de trabajo, es probable que sea sólo para trabajadores altamente calificados.



Sobre los efectos del fenómeno migratorio es pertinente señalar que según los estudios publicados en *The Economist*, los países huéspedes se ven favorecidos por él, debido a diversas razones. Los inmigrantes, en su mayoría jóvenes, elevan la proporción entre trabajadores activos y pensionados, de manera que los impuestos podrían ser más bajos. Los inmigrantes, por ser consumidores, crean puestos de trabajo al igual que los ocupan, y la labor que desempeñan no necesita ser a expensas de los trabajadores nativos, pues a menudo ocupan puestos que ellos no desean aceptar. También, los inmigrantes ayudan a mantener viables algunas industrias que de otra manera desaparecerían y elevarían el desempleo, y si cuando trabajan por bajos salarios presionan a la baja los correspondientes a los nativos, también pueden elevar el salario real de éstos, manteniendo los precios más bajos de lo que serían de otra manera. Además, de todas las fuerzas que afectan los salarios parece ser que la inmigración es la más débil, y se puede concluir, por lo tanto, que los temores sobre los efectos económicos de la inmigración se han exagerado mucho.

Sobre la existencia (o no) de un mercado global de capitales, observemos lo siguiente. Durante los ochenta hubo un fuerte incremento en los flujos de capital, y aunque Japón y Gran Bretaña mostraron un ligero descenso en la primera mitad de los noventa, la tendencia sigue vigente. Sin embargo, un verdadero mercado global de capitales aún no existe, y si así fuera, países con elevadas necesidades de inversión tendrían gran déficit en cuenta corriente, y otros con grandes ahorros contarían con gran superávit, pero no es así. Además, el índice de movilidad del capital de Taylor (desequilibrios en cuenta corriente con respecto al PIB), aunque es creciente, todavía no alcanza los niveles máximos logrados a principios del siglo XX. La relación entre el ahorro interno y las inversiones muestra la misma historia. En un mundo de perfecta movilidad del capital debería haber poca relación entre ambas variables, pero de hecho ocurre lo contrario y la mayor parte de las inversiones está financiada con ahorro interno. Los precios de los activos financieros conducen al mismo fin. Si el mercado mundial de capitales estuviera perfectamente integrado, entonces activos idénticos ten-

drían los mismos precios en todas partes y los réditos pagados por instrumentos financieros comparables se igualarían. Por el contrario, incluso entre las economías ricas no se cumple esta condición, en gran medida porque los inversionistas se preocupan por el riesgo de una imprevista depreciación del tipo de cambio. Además, en un mercado integrado de capitales, las tasas reales de interés deberían ser iguales, pues los inversionistas considerarían los activos en diferentes países como perfectos sustitutos y los cambios esperados en las tasas de cambio igualarían el diferencial esperado de la inflación entre ellos. En realidad ninguna de estas condiciones se cumple, pues no existe una tasa de interés mundial y por lo tanto tampoco un único mercado global de capitales, si bien es cierto que hay tendencias en esa dirección. Tomando todo esto en cuenta y a pesar de la apertura de Europa del Este resulta una exageración pensar que la globalización económica ha avanzado tanto que ya vivimos en un solo mundo.

#### 4. Mcworld, Black & White

La globalización ha provocado doble fragmentación y marginalización de las sociedades; ha aumentado la diferencia entre países en desarrollo en términos de su capacidad para obtener ventajas de los flujos internacionales de inversiones y comercio, y ha dividido el mundo entre las regiones que participan en y se benefician de ella y las que no lo hacen. Al mismo tiempo, sucede una fuerte marginación al interior de los países, incluso prósperos (Cardoso), prefigurándose lo que se ha llamado sociedad 20:80 (Martin y Schumann), en la que el 20% de la población activa basta para mantener en marcha la economía mundial y el 80% restante es población superflua. Ese 20% es el que tiene derecho a disfrutar del consumo.

Como la globalización significa competencia fundada en niveles superiores de productividad en el trabajo, el desempleo ha resultado de las mismas razones que hacen a una economía exitosamente competitiva, por lo cual todos los países participantes en la economía global se en-

frentan al problema del desempleo (Cardoso), siendo el neoliberalismo un programa de destrucción metódica de lo colectivo (Pierre Bourdieu). La condición de funcionamiento “armónico” del modelo microeconómico individualista es la existencia de un ejército de reserva de desempleados, que se ha convertido en el mayor horror económico de nuestra época (Forrester). La función indispensable que cumplía el trabajo ya no tiene razón de ser, pues éste se ha vuelto superfluo y, así, el aumento “del desempleo tiende a equiparar gradualmente a los países desarrollados con los del Tercer Mundo en cuanto se refiere a la pobreza” (p. 115). Pero lo más grave de todo es que no se trata sólo de un periodo de crisis, sino “de una mutación, una nueva forma de civilización ya organizada, cuya racionalidad supone la anulación del empleo, la extinción de la vida asalariada, la marginación de la mayoría de los seres humanos” (pp. 117-118).

Sin negar el desempleo, otros autores no piensan que la globalización sea la principal responsable del mal. Por ejemplo, Trabold resume los resultados de un trabajo realizado por el Instituto Alemán de Investigaciones Económicas (DIW) para el Ministerio Holandés de Trabajo y Asuntos Sociales, a fin de indagar si la globalización realmente tiene para Europa occidental los efectos negativos que se le atribuyen. De acuerdo con este estudio no existe prueba de un vínculo directo entre globalización y niveles de desempleo en los países industrializados, y tampoco una base teórica convincente para tal pretensión. La globalización y el progreso tecnológico reducen la demanda de trabajadores poco calificados, pero también crean puestos adicionales de trabajo de baja calificación, gracias al incremento en la demanda de servicios.

Se critica a las empresas transnacionales (ET) de exportar puestos de trabajo hacia países de bajos salarios. Esto puede ser cierto en algunas industrias, pero no en todas; además, dado que los costos laborales constituyen entre el 5 y el 10% de los gastos de producción en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos –en 1970 era el 25%– las ET tienden a motivarse más por otras consideraciones, que simplemente por los bajos salarios. Existen igualmente claros indicios de que los inmigrantes, en particular los ilegales, tienden a

competir sobre todo con los trabajadores de baja calificación en Europa occidental.

El efecto negativo de la globalización sobre la ecología no es tan espectacular como la mundialización financiera, ni tan evidente como la expansión planetaria del comercio; sin embargo, el deterioro ecológico ya es alarmante en muchas partes del orbe y, a largo plazo, es el punto clave al evaluar las perspectivas de sobrevivencia no sólo humana en el planeta. En contraparte, un efecto de la globalización de las comunicaciones ha sido el de difundir cierta conciencia ecológica, tanto en el caso de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), como de algunos gobiernos que van frenando las acciones contaminantes de diversas empresas transnacionales.

Desde la Revolución Industrial, apunta Elmar Altvater, el sistema capitalista obtiene su energía de los combustibles fósiles, idóneos para la dinámica de acumulación y la propulsión de complejos sistemas mecánicos. Su desventaja es que no duran eternamente y producen el efecto invernadero, lo cual pone en entredicho a largo plazo la existencia de un orden social y económico basado en recursos agotables. La dinámica industrial permitió mayor igualdad gracias a la producción y al consumo masivos. Pero la “democratización” del consumo eleva el uso de materias y energía, así como el “desorden”, reducible sólo utilizando intensamente la naturaleza, en donde es inevitable la crisis ecológica, ya globalizada.

Otra consecuencia atañe a la relación entre lo local y lo global. Lo nuevo no es la “economía-mundo”, sino la inversión de las relaciones preponderantes entre “lo local” y “lo global” (Ratti). Antes, empresas y gobiernos afrontaban lo global en función de su específica realidad territorial, pero desde los años noventa lo global y sus procesos tienden a imponerse sobre lo local. La globalización también ha afectado la democracia y la capacidad de acción del Estado-nación, ya que con ella, señala Altvater, las decisiones políticas quedan en manos de fuerzas privadas que no tienen que responder ante electorado alguno, y así emergen nuevas cuestiones democráticas, relevantes cuando el predominio del principio económico impuesto por la globalización ha impulsado la homologación de los pro-

cedimientos democráticos con las reglas económicas, con lo cual se esfuma toda la sustancia democrática. En contraste, los sistemas políticos autoritarios pierden su sentido frente a la autoridad del mercado mundial y se abre espacio para sistemas democráticos.

Por otro lado, cuando ya no puede funcionar el estado social, infraestructura material de la democracia, se erosionan las instituciones en las cuales los derechos de participación ciudadana pueden ejercerse. Entretanto, el pacto de productividad, propio de las democracias industriales y base de los intereses comunes en la producción por parte del trabajo asalariado y del capital, así como de gobiernos y parlamentos, se ve roto cuando el incremento de la productividad tiene que limitarse por causas ecológicas u otras.

En opinión del actual Presidente brasileño, la globalización ha afectado de dos maneras al Estado. Por una parte, las variables externas tienen mayor peso en las agendas domésticas, estrechando el espacio para las opciones nacionales (por ejemplo, las cuestiones laborales y la política macroeconómica), y ocurre una pérdida de soberanía de los estados en materias económicas fundamentales, bien sea por aceptar los lineamientos del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial como requisitos para recibir créditos, por renunciar a una política monetaria propia, o por no poder regular los flujos de capital dentro de sus fronteras, a causa de las modernas formas de transferencia de capitales. Por otra parte, en el contexto de la disciplina fiscal, el nuevo énfasis de la acción gubernamental se enfoca a la creación de condiciones de competitividad global para el país.

Altvater, por su parte, considera que el Estado, con su soberanía erosionada y sin poder proteger la economía nacional de la competencia, sigue siendo un potente actor, si bien su lógica se ve ahora más condicionada por la globalización y la competencia, la cual sólo puede ser atenuada defendiendo los capitales locales y, sobre todo, el “espacio monetario”. Así, el Estado nacional se hace competitivo, y se convierte en una suerte de administrador de los bienes de una economía en competencia contra otras economías, cuya tarea es lograr una moneda fuerte. En



palabras de Forrester (1997, 35), la crisis del Estado-nación no sólo conduce a transformarlo en una empresa de servicios en competencia con otras, sino que también merma el poder de los procesos democráticos de decisión.

Más escépticos son otros estudiosos, para quienes los gobiernos resultan tan fuertes como siempre. Su argumentación plantea a grandes rasgos lo siguiente (véase *The Economist* del 17 de octubre de 1998). Los propios gobiernos han elegido dar al mercado más libertad y ellos siguen contando con la mejor y más simple forma de intervención por medio del gasto público, el cual ha crecido constantemente desde finales del siglo XIX y sobre todo desde 1960. El incremento de la movilidad del capital otorga a los gobiernos mayor libertad de maniobra en su política fiscal y aunque dicha movilidad hace más difícil la conducción de la política monetaria, sigue siendo posible para un gobierno usarla para guiar su economía, si está dispuesto a dejar flotar la moneda. Los gobiernos conservan sus instrumentos de política fiscal y moneta-

ria; la diferencia radica en el efecto que cada instrumento tiene. En una economía cerrada, la mayor deuda gubernamental elevará eventualmente las tasas de interés y el excesivo crecimiento monetario resultará en mayor inflación. En una economía cerrada, el creciente gasto público y la expansión monetaria a largo plazo elevan las tasas de interés y la inflación, y en una economía abierta, el efecto de tales palancas depende de la tasa de cambio; si ésta es fija, la política fiscal será muy efectiva, pero no así la política monetaria, pero si el tipo de cambio flota, entonces ocurre lo contrario. Sólo en el ámbito cambiario la movilidad del mercado de capitales ha limitado verdaderamente las opciones de los gobiernos, que si quieren fijar sus tipos de cambio, entonces la política monetaria debe dedicarse en exclusiva a ese objetivo. Si los inversionistas empiezan a salir del país y a vender sus divisas, las tasas de interés tienen que elevarse lo suficiente para contener el flujo o será imposible sostener el tipo de cambio. Al mismo tiempo, países con mercados financieros relativamente pequeños y poco complejos se enfrentan a mayores riesgos al abrirse al capital extranjero, que los países más avanzados.

Otro tema de candente relevancia es la cuestión nacional, que resurge cuando se pensaba que era una reliquia del siglo XIX. Paradójicamente, con la globalización se vuelve importante la nacionalidad, para, de manera discriminatoria, trazar nuevas líneas divisorias en el estado social y en el mercado de trabajo. Con ello se pone en duda la identidad de los ciudadanos(as) nacionales y se erosiona la esencia de la democracia, según Altwater y Mahnkopf.

Y, *last, but not least*, la globalización financiera ha facilitado las operaciones económicas vinculadas con actividades ilegales, como el tráfico de drogas y armas.

## 5. Más allá de la globalización

La globalización quiere decir que la unificación del mundo, iniciada desde la época colonizadora, hace desaparecer la pluralidad y la autonomía relativa de las culturas, sobre todo tratándose de los llama-

dos pueblos indígenas y sus espacios vitales, así como los recursos tradicionales (Rötzer). Los acuerdos internacionales amenazan la posibilidad de protegerlos y brindarles mayores derechos. Pero con la creciente población mundial y las posibilidades de comunicación y transporte, las medidas proteccionistas a largo plazo no podrán evitar que las culturas se igualen y tal vez construyan nuevas formas de identidad. La historia humana aparece como un proceso de constante trazo y borrado de fronteras; unas se desplazan, otras desaparecen, pero también emergen nuevas y hasta reaparecen algunas candorosamente olvidadas.

La globalización, como mundialización del capitalismo y triunfo de la democracia liberal, tiene consecuencias allende la esfera económica. Así, para Francis Fukuyama, tras la caída del socialismo real y con la consagración de la globalización capitalista, la Historia (con mayúscula), en sentido hegeliano, ha llegado a su fin, toda vez que no se vislumbran paradigmas alternos a la economía de mercado y a la democracia pluralista liberal. Después de la segunda Guerra Mundial y más aún al final de la guerra fría ha ocurrido una nueva suerte de mundialización de la racionalidad de la civilización capitalista occidental, que se vuelve global (Ianni). A una conclusión por completo diferente llega Wallerstein. 1989 no marca sólo el fracaso del proyecto socialista de 1917, sino que cierra un ciclo bisecular; el proyecto liberal se ha agotado. Este conoció dos variantes, la wilsoniana, enarbolada por los Estados Unidos, y la leninista, sepultada bajo el Muro de Berlín, y aunque separadas por factores ideológicos, ambas perseguían, por medios diferentes, los mismos objetivos, pero el fracaso del socialismo pone en evidencia las debilidades del capitalismo y del propio proyecto liberal. En términos análogos se expresan Martin y Schumann, para quienes la globalización ha llevado a su fin el proyecto de la modernidad, haciendo agobiantes y explosivas las contradicciones entre mercado y democracia. Altvater y Mahnkopf consideran que el modelo de economía de mercado, sociedad pluralista y democracia no es, como piensa Fukuyama, exitoso en todo el mundo y está en entredicho su durabilidad, en la medida que se tome en cuenta el trato

social con la naturaleza, aspecto soslayado por otros estudiosos.

Después de la euforia por la victoria en la guerra fría se ha hecho más evidente la crisis del modelo occidental. No hemos llegado al fin de la historia, pues, como apunta Forrester, el siglo XX ha demostrado que “nada, ni las situaciones más petrificadas, fue ni será jamás definitivo”. Por el contrario, está comenzando una historia manipulada, determinada y dirigida en un sentido absoluto hacia un “pensamiento único”, la ideología neoliberal, que sólo busca el aseguramiento de las ganancias a costa de los seres humanos. Yendo más allá de la economía y la política, Samuel Huntington destaca que la democracia es un valor típicamente occidental y en ese sentido resulta cuestionada por otras civilizaciones, que la valoran e interpretan de formas diversas. Por primera vez en la historia, la política global es a la vez multipolar y multicivilizatoria, pero la modernización económica y social no está produciendo ni una civilización universal, ni la occidentalización de las sociedades no occidentales. Y aunque los estados-nación siguen siendo los actores principales en los asuntos mundiales y su conducta sigue determinada por la búsqueda de poder y riqueza, también lo está por preferencias, coincidencias y diferencias culturales. Así, la rivalidad de las superpotencias queda sustituida por el choque de las civilizaciones, y los conflictos más importantes no serán entre grupos definidos por criterios económicos, sino entre pueblos pertenecientes a diferentes entidades culturales.

## 6. La globalización contra la pared

En tanto que algunos autores, como Gunder Frank, piensan que ya vivimos en un mundo globalizado, otros opinan que la globalización está condenada a toparse con límites infranqueables, porque es contradictoria, dice Ianni, pues abarca integración y fragmentación, nacionalismo y regionalismo, racismo y fundamentalismo, geoeconomía y geopolítica. Estos límites se hacen evidentes en particular por estar orientados a la ganancia, cuando se trata de desigualdades sociales y econó-

micas, del daño a los ecosistemas globales y la concentración del poder por los actores económicos, como señala Rötzer, recordando los planteamientos del Grupo de Lisboa.

Para Altvater la globalización es un proceso que jamás llegará a la globalidad, como situación. Lo que se percibe como sociedad mundial no es tal, pues carece de socialidad, y esto se ve reforzado por el hecho de que la globalización, como proceso disociador de contextos sociales, provoca la defensa de lo social dentro de espacios aparentemente seguros, como el Estado nacional, la región o la comunidad. Además, la globalización es posible sólo en las dimensiones del valor y el dinero de la economía monetaria (que determina el principio de competencia global, al cual obedecen las empresas), pero no así en la dimensión material y social. Sin embargo, la competitividad es una creación local y depende de sus unidades poder crear una competitividad sistémica. Mantener la competencia global y producir la competitividad local dependen de diferentes lógicas de acción, incluso contradictorias. Por otra parte, la apertura de las economías nacionales y su confrontación en la competencia global y la construcción de la competitividad de carácter local son fenómenos tan estrechamente articulados que sería pertinente hablar de “glocalización”. Basándose en lo apuntado, para Altvater lo verdaderamente nuevo es la conformación real y práctica de un planeta compacto espacial y temporalmente. Las tendencias globalizadoras han erosionado el espacio-tiempo local, regional y nacional, afectando a diversas instituciones que regulan los tiempos sociales específicos; sin embargo, también han producido una serie de resistencias.

Otro obstáculo a la auténtica globalidad es que cada forma de regulación social –mercado, jerarquías y redes– se distingue por la lógica y el ámbito de su acción y de sus dimensiones temporales. Cada una de ellas es la adecuada a determinadas metas, pero para mantenerse en la competencia global sólo puede ser seguida la lógica del principio de equivalencia (mercado), bajo cuyo dominio los otros sistemas deben renunciar a la suya propia, haciéndose incapaces de contribuir a la construcción de la competitividad sistémica deseada.

La globalización también enfrenta un bloqueo ecológico. Con el aumento de la productividad se elevan los insumos materiales y energéticos y con ello el deterioro ecológico del planeta, y como éste es limitado, ni la acumulación en el tiempo ni la expansión en el espacio pueden continuar al infinito. Los límites biofísicos constituyen una fuerte restricción para el crecimiento del PIB global, así como para el incremento del bienestar individual y social, por lo tanto, el crecimiento eterno y la globalización ilimitada son imposibles.

## 7. (In)conclusiones

La única conclusión segura e incontestable que podemos alcanzar es que queda mucho por comprender respecto al fenómeno que nos ocupa. Todavía existen más preguntas que respuestas, y muchas de las que se han presentado son cuestionables, opuestas entre sí y provisionales. Todas ellas requieren de un marco conceptual coherente y adecuado a los recientes desarrollos históricos.

Debe cuestionarse la idea de una sola globalización. Más bien es probable que tenga razón Boutros-Gahli al hablar de una pluralidad de globalizaciones que se desarrolla a velocidades distintas. Penetrar en la esencia y naturaleza de cada una de ellas y encontrar su propia lógica es todavía un desafío. Entre las múltiples globalizaciones, unas truncan y otras inviables, sin duda es hoy por hoy la económica la que lleva la delantera, pero es una globalización asimétrica y heterogénea, que está construyendo un mundo interconectado y crecientemente polarizado. Es poco prudente basarse en la globalización económica para hacer generalizaciones en la política o la moral, pues, si como dice Altvater, cada uno de los espacios funcionales (economía, política, sociedad y ambiente) tiene su lógica individual, ¿será posible la globalización de cada uno de ellos? De acuerdo con este encuadre metodológico habría que explicar por qué ahora la cultura y la religión se han vuelto relevantes, cuando las ideologías han dejado un vacío en la vida de las sociedades después del fin de la guerra fría (Huntington). No debemos perder de vista que

ninguna globalización es irreversible, sino, como la historia lo ha demostrado, le son inherentes fluctuaciones y retrocesos, y finalmente, habría que reconocer con medida que la económica no es la panacea para la crisis que agobia a numerosas naciones, pero tampoco es la fuente de todos los males económicos actuales, ni puede ser la

responsable de las irresponsabilidades en que han incurrido numerosos gobiernos nacionales.

Muchas cosas hemos de descubrir si aceptamos el reto. Sólo debemos tener cuidado de que, siendo el mundo tan redondo, no volvamos a recorrer los mismos caminos, ni a pisar las huellas de nuestros propios pasos. ●

## Referencias bibliográficas

- Altvater, Elmar y Birgit Mahnkopf. "Grenzen der Globalisierung". *Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft*, Münster, 1996, Westfälisches Dampfboot.
- Beams, Nick. "The Significance and Implications of Globalisation. A Marxist Assessment", <http://www.wsws.org/exhibits/global/nblect.htm>
- Beams, Nick. "Marxism and the Globalisation of Production", <http://www.workersnews.flex.com.au/wn/features/global97.html>
- Bourdieu, Pierre. "L'essence du néolibéralisme", *Le monde diplomatique*, marzo de 1998, <http://www.monde-diplomatique.fr/1998/03/BOURDIEU/10167.html>
- Cardoso, Fernando Henrique. "Social Consequences of Globalization. Marginalization or Improvement", Conferencia en el Indian International Centre, Nueva Dehli, 1996, <http://www.brasil.emb.nw.de.us/fpst06gl.htm>
- Forrester, Viviane. *El horror económico*, México, 1997, FCE.
- Frank, Andre Gunder. "Aber die Welt ist doch rund", en Michael Heinrich y Dirk Messner (editores), *Globalisierung und Perspektiven linker Politik*, Festschrift für Elmar Altvater, Münster, 1998, Westfälisches Dampfboot, pp. 80-109.
- Fukuyama, Francis. *El fin de la historia y el último hombre*, Barcelona, 1992, Planeta.
- Huntington, Samuel P. *El choque de civilizaciones y la reconfiguración del orden mundial*, México, Buenos Aires, Barcelona, 1998, Paidós.
- Ianni, Octavio. *Teorías de la globalización*, México, 1998, Siglo XXI Editores, UNAM, 3ª. ed.
- Martin, Hans-Peter y Harald Schumann. *La trampa de la globalización. El ataque contra la democracia y el bienestar*, Madrid, 1998, Taurus.
- Ratti, Remigio. "La globalisation de l'économie: quelles réponses au niveau national, régional ou local?", <http://www.pdc.ch/glo-ratt.html>
- Rötzer, Florian. "Grenzen gegen die Flut der Globalisierung", <http://www.heise.de/bin/tp/issue/tp.htm>
- Soros, George. *La crisis del capitalismo global. La sociedad abierta en peligro*, México, 1999, Plaza Janés.
- The Economist*. "One world?", núm. 23, octubre 17 de 1998.
- Trabold, Harald. "Globalisation: Source of Woe or Source of Wealth?", <http://www.diw-berlin.de/diwwbe/eb97-07/n9jul.htm>
- Treanor, Paul. "Globalisierung-ein Mythos?", <http://www.heise.de/bin/tp/issue/tp.htm>
- Wallerstein, Immanuel. *Después del liberalismo*, México, 1998, Siglo XXI Editores.



---

# Programas, comunidades y políticas de investigación agronómica

*Una mirada desde la UACH*

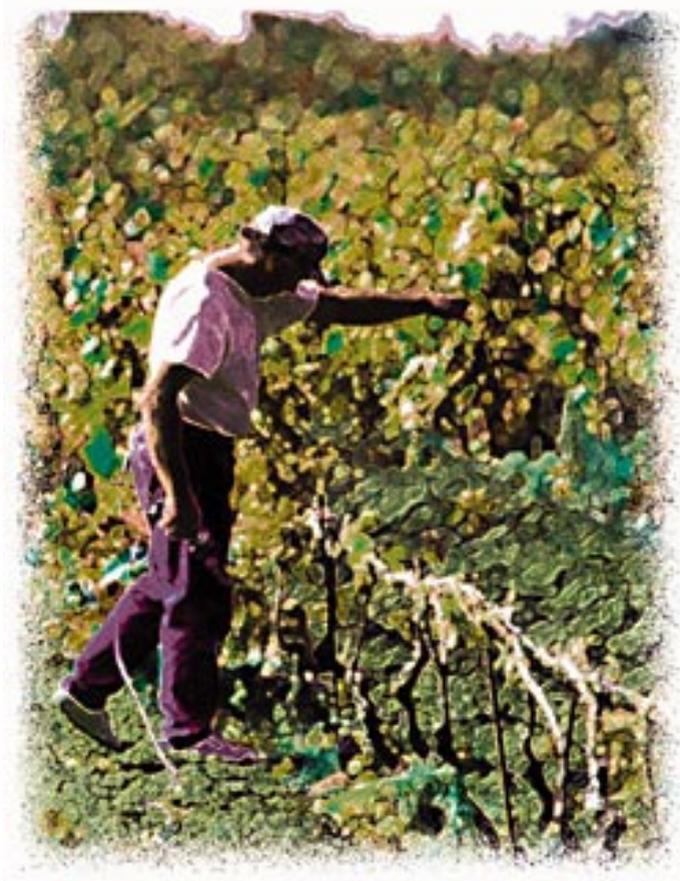
LIBERIO VICTORINO RAMIREZ

## Introducción

E

L PRESENTE ENSAYO SE INSCRIBE EN UN PROYECTO DE investigación más amplio, que se titula Las repercusiones de los programas de investigación en la formación de profesionales e investigadores en la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), registrado en la Subdirección General de Investigación y

Servicio de la propia UACH desde 1997. La parte que aquí se expone corresponde a ciertos antecedentes que expresan los principales cambios ocurridos entre la constitución de los planes y programas abocados a la investigación en el medio agrícola, la participación de las comunidades y la construcción de las políticas científicas que se implantan en cada una de las etapas en análisis.



Tanto la investigación amplia como la parte que aquí se presenta están orientadas por una propuesta metodológica de corte interpretativo que, con el apoyo de la hermenéutica y de nuestra propia experiencia, me permitieron comprender los principales cambios que pusieron en crisis el concepto positivista sobre la ciencia e investigación agrícolas, para transitar a uno nuevo más amplio y complejo del nuevo paradigma, que responde de manera fundamental a una apreciación más aproximada a la realidad actual para analizar las complejas relaciones entre los vínculos de las ciencias naturales con las ciencias sociales, o lo que es más importante, comprender que el objeto de estudio de esta modalidad de investigación ya no lo constituye lo estrictamente agrícola sino un proceso de producción eminentemente social, con una gran diversidad según las condiciones económico-sociales y agroecológicas de cada región.

Desde el enfoque de la filosofía de las ciencias o nue-

va filosofía de las ciencias, el presente ensayo trata de indagar los principales cambios en la idea de investigación agronómica, y en la constitución de las comunidades y sus principales políticas respecto a dicha investigación, a partir de la segunda mitad del presente siglo hasta nuestros días. En la perspectiva de una historia razonada de la agronomía y de la investigación agrícola, no sin antes ofrecer algunos conceptos fundamentales apropiados para comprender tales cambios, se presenta una síntesis de los rasgos fundamentales, basada en un desarrollo que agrupa tres periodos: el primero, que va de los años cincuenta a los setenta; el segundo, que corre de los setenta a los ochenta, y el tercero, que corresponde a la última década de este fin del siglo XX.

El ensayo se guía bajo la premisa de que la historia reciente de los cambios en la agronomía, como complejo de las ciencias y la investigación agronómica como desarrollo de nuevos conocimientos para comprender los cambios en la producción y sus propias condiciones, económicas, sociales y ambientales, no observa una evolución lineal y por etapas progresivas, sino que dichos cambios son una respuesta a la crisis del viejo paradigma de una ciencia normal, como es la agronomía. Luego entonces, el cambio de paradigma se da como una nueva organización de las investigaciones, como una diversidad de la comunidad científica, y como el reencuentro de políticas externas e internas o institucionales en tal sentido. La conexión con una mirada desde Chapingo complementa la premisa de que la nueva organización mediante Programas Universitarios de Investigación y Servicio (PUIS), implantada en la UACH desde 1994, es el reflejo de que una parte importante de la comunidad científica, especialmente los comités técnicos y coordinadores de los PUIS, ha comprendido la gran necesidad de transitar del viejo paradigma de investigación agrícola, poco recurrente ante los actuales problemas del agro mexicano, a otro emergente, y todavía en estudio, de mayor complejidad y nueva interrelación de las ciencias naturales y las sociales, para dar paso al nuevo paradigma de investigación agroecológica, que pone el acento en la producción agropecuaria y en su entorno social y ecológico.

## 1. Paradigmas, programas de investigación y comunidades científicas

Las múltiples relaciones entre los programas de investigación, las comunidades científicas y las políticas agrícolas al respecto están condicionadas por el enfoque predominante en la concepción de ciencia que tengan los principales miembros de las comunidades de investigadores, así como por la orientación de las tendencias externalistas que la propia política agrícola gubernamental y transnacional disponga para estos investigadores.

Antes de caracterizar este primer periodo es necesario señalar que, desde la filosofía de las ciencias y junto a la perspectiva de una visión razonada de la historia reciente de la investigación agronómica en México –con el fin de conocer la complejidad de esta problemática de la investigación y los investigadores– es importante aplicar a este análisis algunas ideas básicas de estudiosos de la talla de Habermas y Marcuse, así como de algunos otros que, sin compartir corrientes filosóficas afines, como Popper y Feyerabend, coinciden al considerar que la pluralidad de paradigmas en competencia no debe verse como una calamidad, sino como una condición para el progreso científico, y otros más, como Kuhn, en cuanto se refiere a las revoluciones científicas, y Lakatos, quien ha aportado ideas universales sobre el gran debate acerca de los cambios históricos, referentes a los programas de investigación en las ciencias en general y las sociales en particular.

Las ideas centrales como los programas de investigación ligados a algunos paradigmas y desarrollados bajo ciertas políticas, nos llevan justamente a pensar en grandes críticos, como Lakatos, quien en su obra *La lógica de los programas de investigación científica* sostiene que las modificaciones en los programas de investigación están ligadas a un paradigma científico, por lo cual, cuando se registran cambios importantes se dan al interior de las comunidades de investigadores, y en los programas mismos se vive una suerte de heurística negativa o positiva. La heurística positiva surge cuando el cinturón que rodea al núcleo central de un programa de investigación se desa-

rolla gracias a nuevos descubrimientos y, por lo tanto, se reflexiona sobre problemas emergentes que antes eran impensables. En general, ante el nuevo paradigma, que por lo demás contempla mayor espectro en los campos del conocimiento, sobreviven o se desarrollan a futuro sólo aquellos programas de investigación sólidamente constituidos.

Por su parte la noción de paradigma corresponde a Thomas Kuhn, al señalar en *La estructura de las revoluciones científicas* que este concepto permite comprender el comportamiento de las comunidades científicas y entender cómo, cuándo y por qué se cuestiona a la ciencia normal, que se desenvuelve, entra en crisis y aparece un proceso de revolución con el advenimiento de un nuevo paradigma. Sin embargo, una de las principales acotaciones de Kuhn sobre la noción de paradigma hace referencia a un conjunto de estándares de determinada comunidad científica, y también lo liga con criterios afines a una "matriz disciplinaria", en la que el paradigma establece las normas necesarias para legitimar el trabajo dentro de la ciencia que rige. A propósito de los cambios de paradigmas, Kuhn no deja de reconocer que las grandes revoluciones tienen poco que ver en el consenso racional de un único paradigma básico, léase "ciencia normal", gradualmente formalizado y enriquecido por la acumulación progresiva de conocimientos.

Lo que se quiere dejar claro es que el presente análisis parte de ideas centrales sobre los cambios ocurridos en la misma filosofía de las ciencias, que también han influido mucho en las ciencias sociales. Estas últimas han estado acompañadas de la pluralidad de paradigmas, por lo que no constituyen un fenómeno nuevo como suele hacerse creer en cuanto a la supuesta crisis paradigmática registrada desde los ochenta y hasta los noventa. Varias de las disciplinas de las ciencias sociales han nacido teóricamente plurales y polarizadas, como se ha demostrado en repetidas ocasiones.

Es prudente sostener, como premisa general, que si las ciencias sociales se desenvuelven en esa pluralidad, en el momento de ligarse e ingresar como herramientas de análisis y comprensión a las llamadas ciencias agronómicas,

la complejidad de su objeto, la transición de las etapas y el comportamiento de las comunidades científicas serán fuertemente influenciados por las ciencias sociales, las que conjuntamente con una perspectiva interdisciplinaria reconocerán las implicaciones de los cambios en el presente y el próximo siglo y milenio.

En mi opinión, el paradigma como categoría amplia, tiene varias connotaciones, como matriz disciplinaria, como estilo de hacer investigación, como cambio de perspectiva o nueva visión y, por supuesto, como nueva forma de organizar la investigación. En el caso de la agronomía, entendida como una disciplina en la que confluye un complejo de ciencias, posiblemente ésta pasó de un paradigma viejo a otro nuevo; empero, en esa transición, que va desde una ciencia a un conglomerado de ellas, fue imposible reconocer como válidos los mismos criterios de demarcación de las ciencias naturales y las ciencias sociales como Popper diría en *La lógica de la investigación científica* y, no obstante, el cambio de paradigma se inclinó en mayor medida hacia algunas disciplinas de las ciencias sociales que a las de las ciencias naturales.

## 2. El paradigma positivista en la investigación agrícola

Como en otros campos científicos, la concepción positivista considera la ciencia y su método científico como los principales elementos basados en la razón y contra cualquier dogma o idea de religión. Estos preceptos y valores se incorporaron a los grandes principios del progreso que nos heredó la Ilustración, así como toda la perspectiva occidental para reforzar los valores de la época moderna, y así socializar las acciones y políticas modernizantes que, teniendo como base la ciencia y la unificación de su método, permitirán alcanzar mejores niveles de progreso en diferentes aspectos, pero con mayor énfasis en la llamada racionalidad científica, pues durante varios siglos se vivió sin poder hablar con racionalidad de hecho social alguno o fenómeno natural al margen de la explicación como modalidad científica muy ligada a las verdades hegemónicas de esa época.

En el contexto científico de nuestro país, la incipiente comunidad de investigadores y la propia política gubernamental se encontraban fuertemente influenciadas por la anterior visión. Sin embargo, lo importante es que se necesitaba un apoyo de la ciencia para arrancar hacia la industrialización. Cabe decir que en el periodo histórico de los cincuenta a los setenta nuestro país gozaba de un auge agrícola y económico conocido como el "milagro mexicano", a la vez que se iniciaba un proceso sin precedente para institucionalizar la investigación. Por tal motivo, la investigación agrícola era vista como una fuerte palanca de desarrollo tecnológico, si se deseaba aumentar la productividad y la rentabilidad de la agricultura comercial.

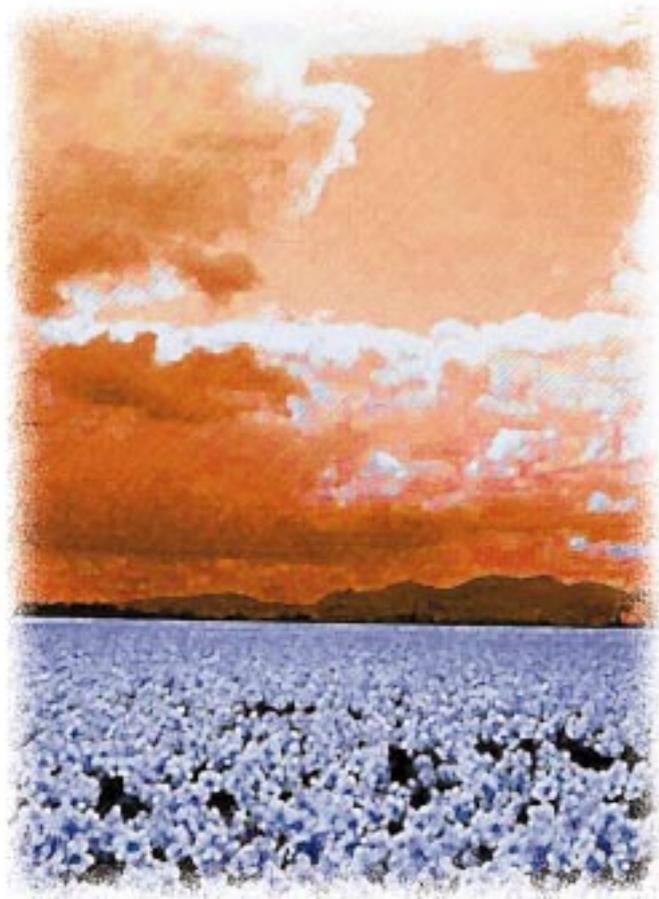
Al inicio de los cincuenta la agronomía era considerada por los científicos del ramo como una ciencia muy arraigada al paradigma positivista, particularmente centrado en el "fiscalismo", por estar convencidos de "que los fenómenos biológicos y sociales pueden explicarse a base de las ciencias físicas" (Méndez, 1990). La agronomía como ciencia se regía de manera indistinta por el método científico aplicable a cualquier ciencia natural, el cual representa más un conjunto de técnicas y procedimientos que una guía para hacer investigación. Desde entonces hay una falsa división de las ciencias, a saber, en ciencias básicas, aplicadas y sociales, falsa separación, porque un respetable investigador afirma que "la ciencia es una y toda es aplicada. Ese conocimiento que no tiene aplicación inmediata en asuntos externos de la ciencia misma y del tipo más práctico que pueda pensarse, sirve para generar más ciencia" (Pérez Tamayo, 1991). En este primer periodo, dentro de la comunidad de investigadores agrícolas había diferentes concepciones sobre la agronomía. Para algunos era un "conjunto de técnicas", para otros un "área tecnológica", y para un tercer grupo, la agronomía no era sino una "ciencia experimental". El común denominador para ellos era la propia idea de ciencia, ligada a la visión positivista.

La comunidad de investigadores agrícolas durante estos decenios era más homogénea y poco polémica; seguramente esta fue la principal causa de que la constitu-

ción de programas, centros y planes de desarrollo agropecuarios se desarrollara más desde las políticas externalistas, principalmente de rasgos transnacionales. Así lo demuestra la creación de la Oficina de Estudios Especiales (OEE), del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en 1960, y de los institutos de Investigaciones Forestales y Pecuarias, entre 1962 y 1963, respectivamente. El Plan Chapingo (1962) con su peculiar interés de ligar la investigación, con la docencia y la extensión, no escapó a tal influencia. Todas estas instituciones, además de regirse por el paradigma positivista, obviamente no consideraban los aspectos sociales de los procesos de producción agrícola, había poco interés en la conservación de recursos y pobre cuidado a la agricultura de subsistencia y marginal; además, la investigación no pudo desarrollarse al margen de los problemas administrativos, económicos y políticos del país.

A excepción del Plan Chapingo, en la mayor parte de los centros de investigaciones, debido a la influencia positivista, el trabajo se realizaba exclusivamente en campos experimentales, y no fue sino hasta después de los setenta cuando se llevó de manera directa a los terrenos de los productores. Así, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (1966), que agrupó en sus inicios a una parte de los técnicos y científicos de la antigua OEE, se caracterizó por hacer estudios preferentes sobre estos dos productos, pero de corte internacional, sin renunciar al paradigma antes mencionado.

Por su parte, con el Plan Puebla (1967) se da una gran diferencia respecto a los anteriores, ya que tomó como prioridad aumentar la producción agropecuaria, incrementar las áreas de buen temporal y dar apoyo al minifundio; no obstante, es de los pocos planes que toma en cuenta "la integración de los conocimientos tradicionales con los resultados de la investigación científica" (Méndez, 1990). Lo que vale la pena resaltar del Plan Puebla es que, además de estudiar la producción de maíz, agregó la problemática social de los productores, y también desde sus inicios buscó la incorporación de las universidades y centros de formación de recursos para la investigación agrónoma, tales como el Colegio de Posgraduados de la Es-



cuela Nacional de Agricultura (ENA), hoy Universidad Autónoma de Chapingo. Los nuevos rasgos de dicho plan representan los motivos más trascendentes para decir que éste rompe los cánones del tradicional positivismo y representa un gran aporte para fortalecer el vínculo de la investigación con la docencia y el servicio desde el claustro universitario o de los propios centros de investigación ligados a las instituciones de educación agrícola superior.

En el periodo de los sesenta también se inició la llamada "revolución verde", fundamentada en "la introducción, el mejoramiento y la exportación de paquetes tecnológicos, principalmente de trigo, que utilizaban variedades enanas, con elevada fertilización y uso de plaguicidas" (Méndez, 1990), cuya área de influencia fue especialmente en zonas de riego del noroeste del país, teniendo pocos efectos en el conjunto de la agricultura mexicana. La revolución verde se ubica como conjunto de sistemas tecnológicos, que no se da sólo como una serie de innovaciones interrelacionadas,



sino que incluye también el encadenamiento de varias innovaciones radicales; debido al impulso externalista esta propuesta científico-técnica recorrió el continente latinoamericano en los años cincuenta y sesenta e implicó modificaciones en los insumos, productos y procesos, así como cambios innovadores en la organización de la producción agrícola (Corona, 1992).

### 3. Crisis paradigmática de la investigación agrícola

**E**n el periodo de los ochenta se observan cambios muy importantes que expresan una crisis del anterior paradigma, sobre todo porque la concepción tradicional del método científico se comienza a cuestionar. La propia visión disciplinaria de la agronomía se modifica en un sector importante de la comunidad científica, al comprender que la agricultura representa un

proceso social de producción agropecuaria y forestal. Se entiende que los investigadores se van relacionando con los profesores universitarios, y éstos, a la vez, plantean el establecimiento de prácticas profesionales muy ligadas a las parcelas de los productores de los lugares aledaños. No obstante, algunas escuelas nacionales de agricultura se habían transformado en universidades en el decenio anterior, y surgían a mediados de los ochenta, por darles algún nombre, las comunidades universitarias de investigadores, que en tanto grupos docentes empiezan a cuestionar el mismo concepto de investigación agrícola, así como el consecuente método científico positivista.

Por supuesto la crisis de paradigma también toca las políticas de investigación, en tanto éstas pierden valor como acciones corporativas del Estado, y las políticas internalistas e institucionales se dejan sentir en algunos investigadores. Por otro lado, no hay que olvidar que en la década de los ochenta, especialmente desde 1982, se inicia la crisis económica y se dan, a la vez, los primeros indicios del neoliberalismo que de muchas formas afectará el desarrollo de la investigación agrícola. En 1984 se crea por decreto presidencial el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y logra poco a poco imponer los criterios de ingreso y evaluación a la investigación nacional. Entre los investigadores que deciden complementar sus sueldos por medio del estímulo económico y la distinción de investigador en cualesquiera de las dos categorías y en sus tres niveles, muchos de los premiados deben, además, estar establecidos en instituciones de educación superior, como docentes e investigadores. El SNI plantea cuatro áreas de conocimiento en donde la investigación agrícola queda incluida en algunos casos, con gran frecuencia en ingeniería, tecnológicas y ciencias de la tierra, pero más ligadas a aspectos sociales del desarrollo rural, que iban a parar muchas veces al área de las ciencias sociales. Esta crisis de paradigma posibilitó que se reconocieran experiencias autónomas de las propias escuelas o universidades del sector agrícola y se dio un paso importante para vincular la investigación a la docencia y a la producción de bienes de consumo, dando así pie a un proceso de desmitificación de la llamada "investigación científica".

#### 4. Hacia un nuevo paradigma en la investigación agronómica

En los noventa, pese a las crisis de diverso tipo, existe mayor madurez en las comunidades científicas que se desenvuelven alrededor de la investigación agronómica. Este desarrollo se debe, entre otras cosas, a una serie de consideraciones que en seguida se comentan. En esta etapa se refuerza un cambio heurístico positivo en los programas de investigación, especialmente por los avances científico-tecnológicos, expresados en la aparición de nuevos materiales para la agricultura y nuevas formas de comunicación electrónica para el intercambio del conocimiento, mediante la telemática y la informática. Se amplía la concepción de la agronomía como disciplina científica exclusiva para el análisis de la producción agrícola, pasando hacia un complejo de ciencias e incorporando las disciplinas de carácter social o mejor dicho las ciencias sociales. En otras palabras, se pasa de la visión disciplinaria a la multidisciplinaria e incluso interdisciplinaria, al analizar la agronomía como una actividad que requiere del apoyo de otras ciencias.

De modo intermitente, en las comunidades científicas se presenta una reconstitución, no sólo por el efecto de la amplitud en la visión agronómica sino por que dicho cambio fue acompañado de un debate crítico sobre la unicidad de la perspectiva del método científico y de una nueva filosofía que incluyó el reconocimiento de varios de esos métodos, es decir, una desmitificación de la llamada "investigación científica" y una diversidad de las comunidades en las áreas del conocimiento, en los enfoques metodológicos e incluso en los campos problemáticos.

En cuanto al vínculo investigación-docencia se retoman las experiencias del Plan Puebla y de los propios investigadores que propusieron su profesionalización desde las aulas universitarias, relacionándose con los campos de experimentación de los propios productores; sobre todo, son los investigadores universitarios quienes están más proclives a la nueva filosofía de la ciencia, y postulan en los hechos un nuevo paradigma emergente de investigación, para analizar el problema de la producción agropecuaria y fores-

tal desde una serie de ciencias, tanto naturales como sociales, con la cual se construye el paradigma de la investigación agroecológica. Por su parte, las políticas de investigación avanzan en un proceso de reencuentro entre las medidas universitarias y aquellas externas e internacionales, con el firme propósito de estandarizar mecanismos y criterios que den la pauta para elevar los niveles de calidad en la investigación y en la formación de investigadores, procurando otorgar algunos estímulos de ingresos económicos o distinciones nacionales en diferentes niveles, como la propuesta del SNI para los estímulos económicos y distinciones o la del Padrón de Excelencia para los estudios de posgrado, por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) desde 1991.

En la constitución de la mayoría de los PUIS, se presentan indicios o rasgos del nuevo paradigma agroecológico, cuyos proyectos o protocolos de investigación, líneas, grupos y comunidades pretenden insertar sus resultados para ayudar al desarrollo sustentable o sostenible, en el cual, para el sector agropecuario, la perspectiva agroecológica es la razón de ser de la innovación y posibilidad de cambio en el desarrollo rural integral de nuestro país.

Si bien es cierto, una mirada a la ciencia desde la Universidad Autónoma de Chapingo, más específicamente a los cambios en la organización de las investigaciones, permite reconocer la iniciativa de los investigadores en la construcción de estas medidas e incluso de un nuevo esquema que se da justamente en el presente decenio. Dichos cambios, como se pudo observar, no ocurren de manera aislada en otras instancias e instituciones encargadas de legitimar determinada política, sino que se observa una relación de influencias y experiencias, en la que las políticas actuales, referentes a la organización, diversificación de subsidios, evaluación y seguimiento, etc., están normando prácticamente las prioridades en investigación, así como la emergencia del nuevo paradigma agroecológico, mediante una nueva filosofía de las ciencias y según las circunstancias actuales. Es común observar cómo en los más de 33 PUIS que se encuentran registrados en la UACH, la mayor parte de ellos tiene como objeto de estudio los problemas ligados a cuestiones de producción

y organización social en el medio rural. Además, otro rasgo importante es la prioridad de incorporar en sus líneas de investigación y análisis regional aspectos asociados a la cuestión ambiental y al proyecto más amplio de desarrollo sustentable. Una característica más es la vinculación con proyectos específicos de investigadores de otras instituciones como el Colegio de Posgraduados, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y universidades como la Nacional Autónoma de México, la Autónoma del Estado de México y la Autónoma del Estado de Morelos, e incipientemente con algunos centros y universidades de otros países.

### Conclusiones

Los principales resultados del análisis de las relaciones que se dan entre programas, comunidades y políticas de investigación nos permiten apreciar que éstas se encuentran condicionadas por el paradigma de su época, así como por las reglas económicas, políticas y sociales. Es muy importante señalar que, desde el punto de vista de la filosofía de las ciencias y de una historia razonada de la agronomía y la investigación agrícola, se observa lo siguiente:

- 1) Desde los cincuenta hasta aproximadamente los setenta se institucionaliza la investigación agrícola con una perspectiva externalista, con medidas más uniformes para los centros, institutos, colegios y escuelas nacionales de investigación sobre el área. Hay un predominio del paradigma positivista y se concibe la investigación bajo un modelo fiscalista, que se guía de manera primordial por la productividad de la agricultura comercial. En esta misma época hay una completa separación entre la investigación y la docencia; las comunidades científicas son más compactas o más unificadas, diría Kuhn (1975), y las políticas de investigación provienen desde el exterior de las comunidades científicas, especialmente de las medidas oficiales, que asumen un carácter corporativo respecto a la política agrícola gubernamental del sexenio en turno.
- 2) Entre los años setenta y ochenta se producen fuertes críticas al viejo modelo de hacer investigación. Hay nuevos elementos y cambios para comprender la agronomía y la investigación agrícola. La agronomía se entiende como complejo de ciencias y la investigación agrícola interactúa con las disciplinas sociales, en tanto que la agricultura se conceptúa como proceso social de producción. Existe, por lo tanto, una polémica y una diversidad en las comunidades científicas, así como una complejidad del objeto de investigación. Las políticas institucionales externalistas del (Conacyt-SNI) inician un reencuentro con las de carácter interno, dándose una pugna por la estandarización de criterios y acciones en la investigación agrícola nacional. Hay mayor vinculación de la investigación con la docencia y el servicio.
- 3) En la década de los noventa, el avance de la constitución del nuevo paradigma se aprecia en: a) nueva perspectiva de organización de la investigación de centros y universidades; b) nuevo consenso intersubjetivo de las comunidades científicas, y c) auge del paradigma agroecológico como la mejor opción para alcanzar el llamado "desarrollo sustentable".
- 4) Es claro que en la UACh y en otras dependencias como el Colegio de Posgraduados, aunque hay liderazgos en investigación, es difícil que se repita la historia de planes y programas de investigación como en los decenios pasados referidos con anterioridad. Actualmente, en la perspectiva de una nueva organización de las investigaciones, aunque todavía es dominante la de rasgos positivistas hay más pluralidad en las comunidades científicas y un acercamiento mayor a la realidad social de la producción en el campo.

Conviene decir que el nuevo paradigma de investigación surge acompañado también de la crisis en el adiestramiento del agrónomo, en el momento en que su formación como profesional de Estado ya es poco relevante y está dando pie a una enseñanza de nuevo tipo, es decir, más profesional y vinculada a la agronomía, pero cuyo campo de acción es mucho mayor, y el conjunto de habi-



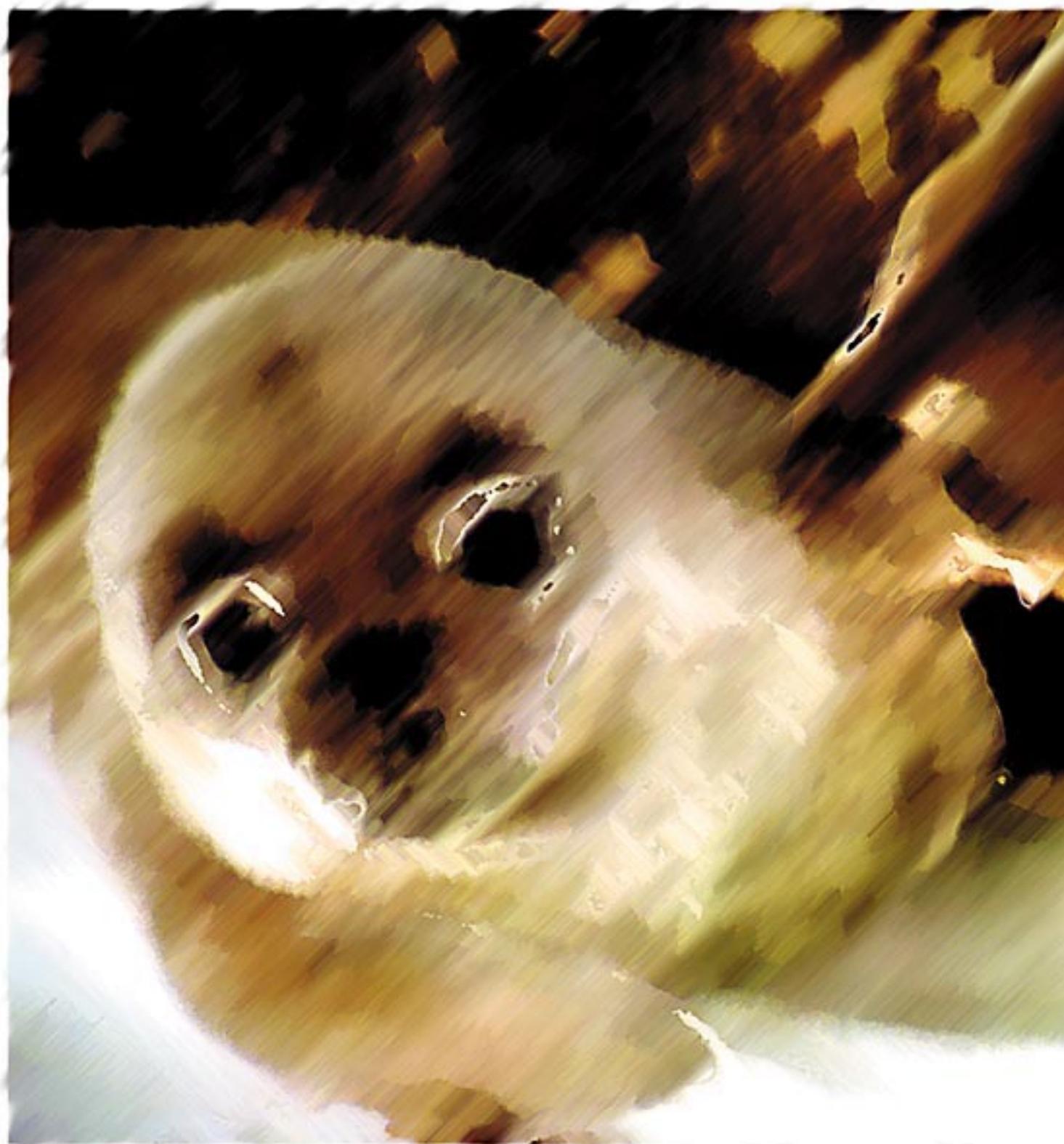
lidades conforman una visión "integral para aprender a hacer, aprender a aprender y para aprender a ser".

En cuanto a las políticas de investigación, después del reencuentro de las medidas externalistas con las internalistas, hay una tendencia a la estandarización de las propuestas externas (Conacyt-SNI) hacia el interior de las instituciones y universidades, donde se da una refuncionalización de la investigación social y agrícola que deviene agroecológica. La investigación que hacen los profesores se fortalece, construyendo en los hechos la categoría del investigador-profesor, y hay una oleada hacia la formación de recursos humanos para la investigación, dándose prioridad a la docencia en el nivel de posgrado, especialmente en las maestrías y doctorados. Lo anterior supone un desarrollo muy pobre en la formación inicial de los investigadores, en el intento de estimularlos desde la educación media superior (preparatoria), pues el prejuicio de que éstos se forman en el posgrado ha llevado a descuidar o en el mejor de los casos pasar a segundo término el apoyo para crear y construir proyectos estudiantiles para su formación.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el mejor futuro de los investigadores del siglo XXI ya está presente en la última década del siglo XX, y que la división social del trabajo del investigador-docente proseguirá como proyecto de vida, en clara coincidencia con determinada comunidad científica, para fortalecer el nuevo paradigma al organizar la investigación y la estandarización de las políticas correspondientes. ●

## Bibliografía

- De la Fuente Hernández, Juan, *et al.* *La investigación agrícola y el Estado mexicano, 1960-1976*, México, 1990, UACH.
- Ibarrola, Ma. de. "La formación de investigadores en México", en *Universidad Futura*, núm. 4, México, 1992, UAM-Azcapotzalco, pp. 6-2.
- Kuhn, Thomas. *La estructura de las revoluciones científicas*, México, 1991, FCE, Breviarios.
- Márquez, Fidel. "Reflexiones y cuestiones sobre la investigación y los investigadores para la Universidad Rural", en *Hacia la reestructuración de la educación agrícola superior*, Memoria del II Foro Nacional sobre Docencia, Investigación y Servicio en el Medio Rural, México, 1992, UACH, pp. 81-88.
- Méndez Ramírez, Ignacio. "Uso y abuso de la estadística en investigación", en *Tópicos de investigación y posgrado*, núm. 2, nueva época, México, 1993, FES-Zaragoza, UNAM.
- \_\_\_\_\_. Introducción al libro *La investigación agrícola y el Estado mexicano*, De la Fuente, *et al.*, México, 1990, UACH.



# Diversidad de pinípedos

## *Un enfoque cromosómico*

CONSUELO LORENZO MONTEERRUBIO Y RUBEN ROJAS VILLASEÑOR

### **Introducción**

**L**OS PINÍPEDOS SON MAMÍFEROS PERTENECIENTES AL ORDEN DE los carnívoros que se han adaptado a la vida marina, se encuentran emparentados con los osos y pueden ser considerados de hábitos anfibios, ya que su reproducción se realiza sobre tierra o hielo, en tanto que su alimentación es acuática. Algunos estudios de taxonomía clásica ubican a los pinípedos como un Orden y otros como un Suborden de los carnívoros; sin embargo, se considera que tienen distinto origen terrestre, pues, por un lado, las focas están relacionadas con un ancestro común a los mustélidos (nutrias y mapaches) y por otro, los lobos marinos y morsas tienen como antepasados a los osos. De ser así, ambos grupos no formarían un Orden o Suborden filogenéticamente natural; no obstante, estudios más recientes, basados en técnicas de genética molecular, sugieren que todos los pinípedos tienen un mismo origen ancestral.<sup>1</sup>

Dentro de los pinípedos se reconocen tres familias: Otariidae (lobos marinos), Phocidae (focas) y Odobenidae (morsas),<sup>2</sup> con un total de 18 géneros y 33 especies.<sup>3</sup> Cuatro especies de pinípedos viven actualmente en México: *Zalophus californianus californianus* (lobo marino de California), *Arctocephalus townsendi* (lobo fino de Guadalupe), *Phoca vitulina richardsi* (foca común) y *Mirounga angustirostris* (elefante marino del norte).<sup>1</sup>

De las especies de pinípedos registradas en México se han determinado diferentes estados de conservación, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), citándose las siguientes especies: 1). La foca monje del caribe (*Monachus tropicalis*) es considerada extinta; esta especie fue abundante en el Caribe, pero la cacería indiscriminada provocó su extinción en la década de los cincuenta. En 1948 se informó sobre cuatro focas en el arrecife Triángulos de Campeche, lo que constituye el último registro en México, y una expedición reciente en el área de su hábitat confirmó la desaparición de esta especie.<sup>4</sup> 2). El lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), considerado actualmente en peligro, se distribuía a lo largo de la costa occidental de California y Baja California; sin embargo, su excesiva explotación provocó su virtual desaparición a principios de este siglo. En 1956 se encontró una colonia de 30 animales aproximadamente en la Isla Guadalupe, B.C., siendo el único sitio de reproducción de la especie. Debido a la protección oficial y a la inaccesibilidad de la isla, la especie se está recuperando, y se estima que actualmente existen más de cinco mil animales y que la población continúa incrementándose,<sup>4</sup> sin embargo, esta especie se encuentra catalogada como en peligro de extinción en la NOM-ECOL-059-94 de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). 3). La foca común (*Phoca vitulina*), considerada en peligro, tiene una distribución amplia en el Pacífico noreste. La especie no está en peligro de extinguirse mundialmente, pero la población que habita en las costas mexicanas es poco abundante y está amenazada por diversos factores, como la perturbación por el turismo y la captura incidental. Esta especie, al igual que el lobo marino (*Zalophus californianus*), se en-

cuentran en la categoría de sujetas a protección especial en la NOM-ECOL-059-94 de la Semarnap. 4). El elefante marino (*Mirounga angustirostris*), considerado como vulnerable, fue sobreexplotado en el siglo pasado hasta provocar casi su desaparición, pero se ha recuperado a partir de una colonia encontrada en la Isla Guadalupe, B.C., y en la actualidad es de más de 50 mil individuos; no obstante, esta población proviene de unos pocos animales, lo que representa que la variabilidad genética sea casi nula;<sup>4</sup> asimismo, esta especie se considera amenazada en la NOM-ECOL-059-94 de la Semarnap.

Los pinípedos, a su vez, se consideran de gran importancia ecológica (ya que forman parte de una red alimenticia) y económica (pues diferentes partes de los ejemplares de varias especies tienen gran valor). Es sabido también, que “compiten” con los pescadores por la búsqueda de alimento, “robando” los peces de las redes, y se capturan para acuarios nacionales y para exportación; sin embargo, el aprovechamiento más generalizado es el del atractivo turístico en las loberas reproductoras, donde las compañías turísticas realizan visitas regulares. Son igualmente de gran importancia por encontrarse muchas especies en peligro de extinción, amenazadas o vulnerables,<sup>4</sup> por lo cual es necesario conservarlas.

A pesar de que México es un país megadiverso y de que se conoce la diversidad de los mamíferos terrestres del país, existen pocos trabajos de síntesis sobre las poblaciones de mamíferos marinos.<sup>4</sup> Desde que se iniciaron las investigaciones sobre este grupo de animales, se había dado mayor importancia a los estudios relacionados con fisiología, ecología y taxonomía, pero muy pocos abordaban temas genéticos, y fue hasta hace algunos años cuando se empezó a considerar la genética para resolver aspectos evolutivos, taxonómicos e incluso conductuales. El estudio de los cromosomas ha permitido a los genetistas realizar aportaciones al concepto de la evolución.<sup>5</sup> De tal forma, se ha considerado que todas las diferencias existentes en los cariotipos de especies relacionadas se deben a rearreglos cromosómicos.<sup>6,7</sup> La evolución cromosómica manifestada en los diferentes cariotipos puede brindar información sobre la divergencia evolutiva y las relacio-

nes filogenéticas existentes entre distintos taxa, lo cual sería de gran interés en el grupo de los pinípedos, ya que nos brinda información sobre la historia evolutiva del grupo. Esta información se origina en el estudio del número de cromosomas ( $2n$ ) y la posición del centrómero (por lo que se clasifican en cromosomas metacéntricos, con centrómero en la parte media; cromosomas submetacéntricos, con centrómero en la parte submedia; cromosomas subtlocéntricos, con centrómero en la parte subterminal y cromosomas telocéntricos, con centrómero en la parte terminal), número de brazos cromosómicos (número fundamental), extensión y localización de segmentos heterocromáticos (distribución de la cromatina), organizador nucleolar, constricciones secundarias y satélites (con constricciones en la parte terminal del par cromosómico).

A pesar de que se han hecho numerosas investigaciones sobre citogenética de este grupo, no se ha realizado un análisis conjunto de los trabajos iniciales y actuales, que permita hacer una comparación cromosómica entre cada una de las especies del grupo, y conocer la evolución cromosómica del grupo en general. En particular, se conoce muy poco sobre las relaciones de parentesco entre las especies y la filogenia del grupo, así como también del grado de variabilidad genética en poblaciones pequeñas.<sup>12</sup>

El análisis cromosómico de las especies que integran este taxón puede ser empleado para responder en gran medida al grado de similitud o diferencia de los cambios que han sufrido las poblaciones a lo largo de su evolución y de los vínculos de parentesco entre algunas especies, así como para determinar si existe analogía entre la variación morfológica manifestada en la gran diversidad de especies que conforman el grupo y sus características cromosómicas. Por lo anterior, este trabajo pretende hacer un análisis integral de algunas de las especies de pinípedos, retomando los trabajos más relevantes que se han realizado acerca de la citogenética del grupo, de tal forma que se tenga una perspectiva general sobre su evolución cromosómica. Es necesario encaminar este tipo de estudios a la diversidad, conservación y uso sustentable de las especies, por ejemplo, manteniendo la variabilidad genética de sus poblaciones para evitar su extinción.



Figura 1. Lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), familia Otariidae (fotografía de Alberto Delgado Estrella).

### Morfología y cromosomas en pinípedos

Los lobos marinos tienen una talla de 1.5 a 3.5 metros, poseen un pabellón auditivo, incisivos externos parecidos a caninos, aletas anteriores grandes y sin pelo, aletas posteriores reversibles (de manera que pueden utilizarse para locomoción en tierra) y cola corta; se distribuyen en aguas árticas y antárticas e islas, pero están ausentes en el Atlántico norte y mares tropicales. Mundialmente existen seis géneros, y en México la familia se encuentra representada por la especie *Arctocephalus townsendi*, la cual es endémica del país, es decir, que se distribuye aquí en exclusiva (véase fig. 1), y por la *Zalophus californianus*. Este grupo presenta un número cromosómico diploide ( $2n$ ) de 36, y entre los géneros que integran la familia su cariotipo es muy similar, tanto por el tamaño como por la clasificación de sus cromosomas. Presentan ocho pares de cromosomas metacéntricos, 8-9 pares de submetacéntricos, y no hay cromosomas subtlocéntricos, pero sí un par de cromosomas telocéntricos, además de un par de satélites (constricciones secundarias en la parte terminal de cada par de cromosomas homólogos) en el primer par cromosómico metacéntrico<sup>8</sup>



Figura 2. Foca de Weddell (*Leptonychotes weddelli*), familia Phocidae (fotografía de R.I. Lewis Smith).



Figura 3. Morsa (*Odobenus rosmarus*), familia Odobenidae (fotografía de S. Gillsater).

(véanse cuadro 1 y fig. 4). En la familia Otariidae falta realizar estudios cariotípicos de los géneros *Otaria*, *Phocartus* y *Neophoca*.

Las focas son de tamaño mediano o grande (1.25 a 6.5 metros), carecen de pabellón auditivo, tienen aletas anteriores peludas y más pequeñas que las posteriores, las cuales no son reversibles, su cola es corta y se distribuyen en zonas árticas, antárticas e islas; se reconocen 13 géneros, de los cuales en México se encuentran *Phoca vitulina* y *Mirounga angustirostris* (véase fig. 2). En todos los géneros representantes de los fócidos se han realizado estudios citogenéticos, que muestran dos números cromosómicos diploides: 34 y 32. Se cree que el cariotipo  $2n = 32$  se originó del  $2n = 34$ , a través de la fusión de dos pares de cromosomas siendo el número cromosómico más primitivo de 34.<sup>9,10</sup> Generalmente las focas presentan nueve pares de cromosomas metacéntricos, dos pares de cromosomas submetacéntricos y cuatro pares de cromosomas subteloicéntricos; los géneros con número cromosómico de  $2n = 34$ , tienen un par de cromosomas

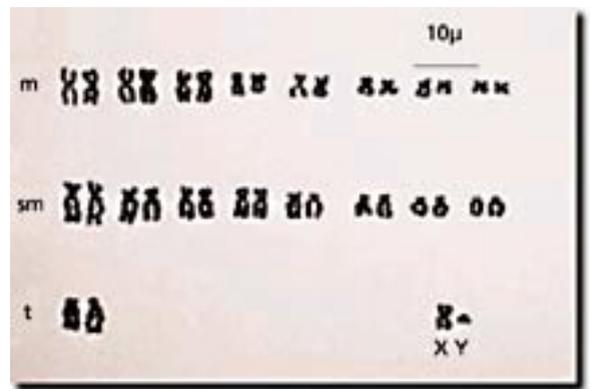


Figura 4. Cariotipo convencional del lobo marino de California (*Zalophus californianus*), tomado de Arnason, 1974.

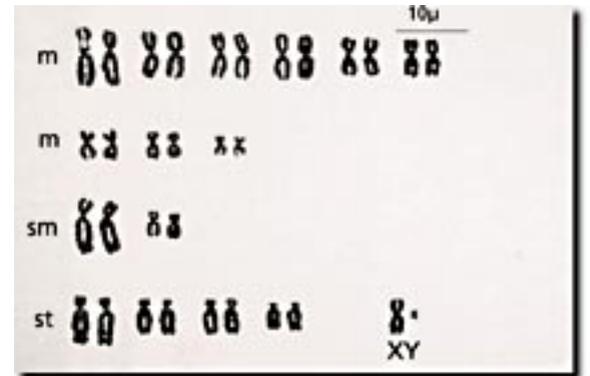


Figura 5. Cariotipo convencional de la foca común (*Phoca vitulina*), tomado de Arnason, 1974.

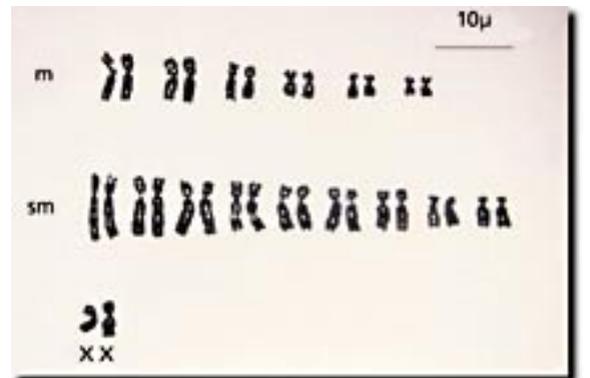


Figura 6. Cariotipo convencional de la morsa (*Odobenus rosmarus*), tomado de Arnason, 1974.

teloicéntricos y un par de satélites en el primer par cromosómico metacéntrico (véanse cuadro 1 y fig. 5).<sup>9</sup>

Las morsas son grandes (hasta 3.7 metros), su cuerpo es fuerte y su piel relativamente lampiña, sus caninos superiores son largos, y presentan ojos pequeños, pabellón auditivo ausente, cerdas prominentes en el labio superior, aletas posteriores reversibles y carecen de cola. Su distribución abarca regiones circumpolares en el ártico y se reconoce un género y una especie *Odobenus rosmarus* (véa-

Cuadro 1

Familia	Especie	Número de ejemplares	Autosomas					Cromosomas sexuales			
			2n	m	sm	st	t	m	sm	st	t
Phocidae	<i>Phoca sibirica</i>	1 hembra	32	9	2	4	-	X	-	-	-
Phocidae	<i>Pusa caspica</i>	1 macho	32	9	2	4	-	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Histiophoca fasciata</i>	2 hembras	32	9	2	4	-	X	-	-	-
Phocidae	<i>Phoca vitulina</i>	3 machos, 4 hembras	32	9	2	4	-	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Halichoerus grypus</i>	1 macho	32	9	2	4	-	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Pagophilus groenlandicus</i>	1 macho	32	9	2	4	-	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Erignathus barbatus</i>	1 macho, 2 hembras	34	9	2	4	1	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Cystophora cristata</i>	2 machos	34	9	2	4	1	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Monachus schawinslandi</i>	1 hembra	34	10	5	-	1	X	-	-	-
Phocidae	<i>Lobodon carcinophagus</i>	1 hembra	34	9	2	4	1	-	-	-	-
Phocidae	<i>Leptonychotes weddelli</i>	1 macho	34	9	2	4	1	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Ommatophoca rossi</i>	1 macho	34	9	2	4	1	X,Y	-	-	-
Phocidae	<i>Mirounga angustirostris</i>	1 hembra	34	9	2	4	1	X	-	-	-
Otariidae	<i>Zalophus californianus</i>	1 macho	36	8	8	-	1	X	Y	-	-
Otariidae	<i>Eumetopias jubatus</i>	2 hembras	36	8	8	-	1	X	-	-	-
Otariidae	<i>Arctocephalus australis</i>	1 macho	36	8	8	-	1	X	Y	-	-
Otariidae	<i>Arctocephalus philippi</i>	1 macho	36	8	8	-	1	X	Y	-	-
Otariidae	<i>Arctocephalus pusillus</i>	1 macho	36	7	9	-	1	X,Y	-	-	-
Otariidae	<i>Callorhinus ursinus</i>	1 macho	36	7	9	-	1	-	X,Y	-	-
Odobenidae	<i>Odobenus rosmarus</i>	1 hembra	32	6	9	-	-	X	-	-	-

Cuadro 1. Números cromosómicos diploides (2n) y clasificación de los cromosomas en diferentes especies de pinípedos m = cromosomas metacéntricos, sm = cromosomas submetacéntricos, st = cromosomas subteloicéntricos, t = cromosomas telocéntricos, X y Y = cromosomas sexuales).

se fig. 3). Los odobénidos presentan seis pares de cromosomas metacéntricos, nueve pares de cromosomas submetacéntricos, cuatro pares de los cuales tienen satélites. Presentan un  $2n = 32^{9,11}$  (véanse cuadro 1 y fig. 6).

### Bandas cromosómicas C

En el grupo de los pinípedos, el patrón de bandas cromosómicas C (segmentos de un tipo de cromatina que integra los cromosomas, llamada heterocromatina constitutiva) muestra alta uniformidad, ya que se localizan en la región cercana al centrómero. Existen dos excepciones al patrón cromosómico general: la foca barbada del norte *Erignathus barbatus* ( $2n = 34$ ) y la foca fina del norte *Callorhinus ursinus* ( $2n = 36$ ). El patrón de bandas cromosómicas C en estas especies se encuentra esparcido a lo largo de todos los cromosomas; en *E. barbatus* se presentan bandas C en posición terminal en los brazos cortos de los pares cromosómicos subteloicéntricos 2, 3 y 4 por acumulación de heterocromatina, lo cual probablemente representa

una línea separada de evolución cariotípica, y en *C. ursinus* se encuentran bandas C en posición terminal en varios pares de cromosomas y bandas intersticiales presentes en la parte proximal del brazo largo del cromosoma telocéntrico.

### Bandas cromosómicas G

De manera general, el patrón de bandas cromosómicas G (segmentos de otro tipo de cromatina que integra los cromosomas, llamada eucromatina) se localiza a lo largo de los cromosomas<sup>9</sup> en los integrantes del grupo.

### Implicaciones

Es posible considerar de manera general que, dada la gran variedad de especies existentes en familias del grupo de los pinípedos, hay muy poca variación en sus números cromosómicos diploides ( $2n$ ); de tal manera se puede afirmar que existe gran uniformidad

cariotípica, y por lo tanto es factible considerar un desarrollo evolutivo muy estrecho entre el grupo, en el cual puede existir un origen común a partir del cariotipo antecesor. Por ejemplo, el de los otáridos, a diferencia del cariotipo de los fócidos, ha sufrido poca variación en el tamaño y la forma de sus cromosomas a lo largo de su evolución, mostrando un alto grado de conservación. Se ha asumido que durante la evolución temprana de los pinípedos, cuando incursionaban en el ambiente marino, ocurrieron las diferencias cariotípicas observadas, tanto en fócidos como en otáridos, y aunque ambos grupos presentan 36 cromosomas, existen diferencias en la morfología de los pares que llevan satélites.<sup>8</sup> El  $2n$ , similar en ambos grupos, ha hecho suponer que pudieron evolucionar a partir de una sola línea de descendientes, es decir, que se trata de un grupo monofilético. Asimismo, los rearrreglos cromosómicos involucrados que diferencian a los géneros estudiados se deben principalmente a fusiones, lo mismo que a cambios en la cantidad de heterocromatina constitutiva.

## Conclusiones

Conforme a los resultados cromosómicos de las especies de pinípedos, se observa que la similitud en los cariotipos demuestra estrechas relaciones filogenéticas. Esto concuerda, a su vez, con estudios morfológicos y en menor grado con evidencias fósiles, lo cual nos indica que el grado de similitud cromosómica se ve reflejado también en la similitud morfológica que existe entre las especies integrantes de cada familia. La consistencia de los cariotipos indica un modelo de especiación alopátrico, en el que una parte de la población se separa geográficamente de la población original, creándose diferencias entre las partes formadas que adquieren, además, un aislamiento reproductivo. Estas poblaciones evolucionan en forma separada y crean eventualmente diferentes especies con cariotipos específicos.

El notable conservacionismo que se presenta en el patrón de bandas C en los pinípedos probablemente se deba a que el ácido desoxirribonucleico satélite puede tolerar mayor número de mutaciones, dadas sus caracte-

rísticas de composición, como la repetitividad de su secuencia y la presencia en su mayoría de genes que no se transcriben a ácido ribonucleico para síntesis proteínica; de esta manera, en caso de que exista pérdida o ganancia de heterocromatina constitutiva, no puede ocurrir algún efecto genotípico o fenotípico.

La comparación del patrón de bandas C, que se localiza en la región centromérica en la mayoría de las especies de pinípedos, nos indica muy poca variabilidad en la distribución de la heterocromatina constitutiva. En cuanto al patrón de bandas cromosómicas G de los otáridos y fócidos (con un número cromosómico diploide de 34) existe una similitud entre los dos cariotipos, ya que se localiza a lo largo de los cromosomas, al igual que en los odobénidos.

Para mejor interpretación de los resultados, es importante realizar un estudio citogenético que englobe a la mayoría de las especies existentes (incluyendo las de México), con el fin de obtener un panorama general de su clasificación cromosómica, sus patrones de bandas cromosómicas y rearrreglos ocurridos a través de su evolución, y también poder identificar el cromosoma Y en algunas especies. Es necesario comparar diferentes poblaciones para corroborar la existencia de una especiación alopátrica y determinar el grado de variación genética en poblaciones con distribución restringida. Es de suma importancia divulgar estos trabajos, así como efectuar y difundir estudios en este nivel, principalmente de las especies endémicas de México, como el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*).

A pesar de que varios autores han realizado grandes esfuerzos para conocer las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de mamíferos marinos, se desconocen aún los cariotipos de especies con distribución amplia, que pueden facilitar la determinación de la filogenia del grupo en general. Es importante también que se diseñe y se lleve a cabo un plan nacional de conservación y manejo de los mamíferos marinos, que contemple la compleja realidad social y económica del país, y destine recursos para el estudio y protección de una parte importante de la fauna mexicana como son los pinípedos.<sup>4</sup>

## Referencias

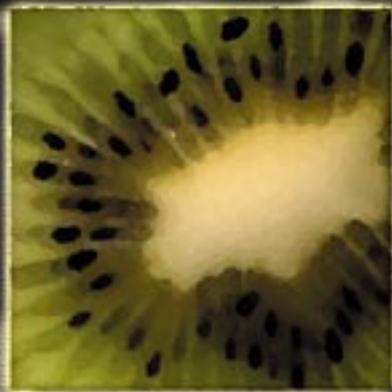
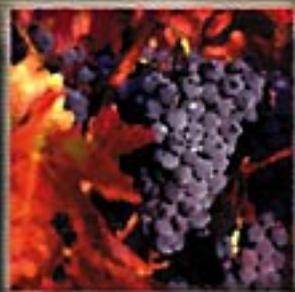
1. Auriolos, D. "Pinípedos de México", *Biodiversitas*, (4), 1998, p. 20.
2. Vaughan, T. A. "Mamíferos", *Interamericana*, 3a. ed., México, 1988, McGraw-Hill, 587 p.
3. Riedman, M. *The pinnipeds: Seals, Sea Lions and Walruses*, University of California Press, 1990, 430 p.
4. Torres, A., C. Esquivel, y G. Ceballos. "Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México", *Rev. Mex. Mastozool.*, 1, 1995, pp. 22-43.
5. Hsu, T.C., y R.A. Mead. "Mechanism of Chromosomal Changes in Mammalian Speciation", *Comparative Mammalian Cytogenetics* (K. Benirschke, ed.), pp. 8-17, Nueva York, 1969, Springer-Verlag, 473 p.
6. Mayr, E. "Species, Speciation and Chromosomes", *Comparative Mammalian Cytogenetics* (K. Benirschke, ed.), pp. 1-7, Nueva York, 1969, Springer-Verlag, 473 p.
7. White, M. J. D. "Models of Speciation" *Science*, 159, 1968, p. 1065.
8. Arnason, U. "Comparative Chromosome Studies in Pinnipedia", *Hereditas*, 76, 1972, pp. 179-226.
9. ———. "The Role of Chromosomal Rearrangement in Mammalian Speciation with Special Reference to Cetacea and Pinnipedia", *Hereditas*, 70, 1972, pp. 113-118.
10. ———. "The Relationship Between the Four Principal Pinniped Karyotypes", *Hereditas*, 87, 1977, pp. 227-242.
11. Fay, F. H.; V. R. Rausch, y E. T. Feltz. "Cytogenetic Comparison of Some Pinnipeds (Mammalia: Eutheria)", *Can. J. Zool.*, 45, 1967, pp. 773-778.
12. Maravilla-Chávez, M.O., y M. Lowry. "Estado actual de las poblaciones de pinípedos en la costa occidental de la península de Baja California, México", *Memorias del XIII Congreso Nacional de Zoología*, 1995, 202 p.

## Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro reconocimiento a las biólogas Laura E. Cruz Lara e Irelia López Hernández, a la maestra en ciencias Julieta Vargas Cuenca y al doctor Fernando A. Cervantes por su revisión y comentarios al manuscrito.

## Bibliografía complementaria

- Anbinder, E. M. "On the Problem of Systematics and Phylogeny of Pinnipeds, Family Phocidae", *The Mammals, Evolution, Karyology, Taxonomy, Fauna* (N. N. Vorontsov, ed.), pp. 23-25, Acad. Sci., USSR, 1969, Siberian Branch, Novosibirsk.
- Ayala, F. J., y J. A. Kiger. *Genética moderna*, México, 1984, Fondo Educativo Interamericano, 836 p.
- Lorenzo, C., y R. Rojas. "Ballenas y delfines: su evolución cromosómica", *Ciencia y Desarrollo*, 24 (139), 1998, pp. 62-69.
- Pfitzer, P., y M. H. "Blessing. Chromosomes of Pinnipedia", *Mammal. Chromos. Newslett.*, 10, 1969, pp. 225-226.
- Rich, V. M. "Pinniped phylogeny", *Syst. Zool.*, 18, 1969, pp. 416-422.
- Sarich, V. M. "Pinniped Origins and the Rate of Evolution of Carnivore Albumins", *Syst. Zool.*, 18(3), 1969, pp. 286-295.
- Seal, U. S.; A. W. Erickson; D. B. Sniff, y R. J. Hofman. *Biochemical, Population Genetic, Phylogenetic and Cytological Studies of Antarctic Seal Species*, Symposium on Antarctic Ice and Water Masses, Tokyo, 1970, pp. 75-95.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994", que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 488, 2-56.



---

# Fruticultura en México después del 2000

ENRIQUE BECERRIL ROMAN

**L**A CIENCIA SE DESARROLLÓ DE MANERA CONTINUA Y cada vez con mayor rapidez a partir de las revoluciones científica e industrial, ocurridas en Europa, además de Norteamérica y Japón, en tanto que en países del Tercer Mundo, por razones socioeconómicas en su mayoría, ha prevalecido un rezago importante. El siglo XX, como producto de la investigación científica, ha sido testigo de las eras atómica, espacial, de la electrónica y la informática, de la nueva biología, de los nuevos materiales y del entendimiento de la organización del Universo. Estos avances, por lo general resultado de actividades interdisciplinarias organizadas como megaproyectos, han llevado a conclusiones en cuanto a la importancia de algunas ciencias, tales como las matemáticas, la física, la química y la biología en la comprensión del sistema Tierra.



*Planta de arándano en desarrollo, frutal de clima templado con potencial de producción para exportación, de reciente introducción a México.*



*Frutos de maracuyá, frutal de clima tropical con potencial de producción para la industria del refresco.*

Ahora, más que antes, una de las características de mayor importancia para la ciencia es que ya no está aislada, sino que responde a las necesidades de la sociedad, al interrelacionarse con diversos sectores y áreas de la misma, siendo notorio que los avances han sido superiores cuando los intereses económicos han estado de por medio, constituyéndose así polos de desarrollo, en particular, porque además de disponer de los recursos humanos y la voluntad política o empresarial, han contado con los de carácter económico, imprescindibles para hacer ciencia. Así, la necesidad de recursos económicos para la investigación en pro del desarrollo de determinada área es condición obligada, por lo cual los países en desarrollo se ven limitados, sobre todo porque el sistema económico, caracterizado por la acción de las fuerzas del mercado y

el libre comercio de bienes y servicios, ha traído como consecuencia una situación variable según sea el país de que se trate, que obliga a destinar los recursos de acuerdo con las prioridades impuestas por el desarrollo del país mismo, siendo la ciencia una actividad que en muchos casos puede esperar, en particular en aquellas áreas que no son estratégicas ni de interés nacional, o cuando no hay una ventaja económica de por medio.

A futuro, como consecuencia de los avances de los sistemas de comunicación e informática, posiblemente la ciencia estará más al alcance de todos los países; tal vez los patrones cambien, sin embargo, su desarrollo, adaptación, validación y aplicación, seguirán estando condicionados por la disponibilidad de recursos económicos, por su influencia en los niveles de vida y por la actitud de los pueblos hacia la investigación, producto de raíces culturales y modificada por el apremio que ejerce el crecimiento poblacional por medio de sus actividades. Tal situación exige planear cómo estabilizar a las poblaciones con la finalidad de evitar la saturación entre los ocho mil y 15 millones de habitantes en el mundo.<sup>5</sup> Lo anterior exige medidas de desarrollo sustentable, que implican mayor utilización de los avances de la ciencia y la tecnología, a fin de reducir o eliminar las tensiones ambientales antropogénicas, siendo esto más fácil, en tanto se logre estabilizar a la población en los niveles bajos de saturación, recomendándose aplicar programas de desarrollo y educación con la finalidad de elevar los niveles de vida.

### **Importancia del gasto en ciencia y tecnología**

**D**e acuerdo con lo anterior, la inversión en ciencia y tecnología (CyT) es trascendental para el avance de cualquier área; tal es el caso de las ciencias agrícolas que nos ocupan, iniciadas formalmente desde finales del siglo pasado en los países que hoy se identifican como desarrollados, conscientes de su importancia para favorecer al sector agropecuario y forestal, considerado primario y estratégico; en tanto que en los países del Tercer Mundo, tal área ha sido relegada parcial o totalmen-

*Arbol de chicozapote, frutal de clima tropical originario de México, con potencial de producción para consumo nacional y de exportación.*



te por falta de recursos suficientes, y por tanto éstos han dependido en mayor o menor grado de las naciones desarrolladas durante gran parte del siglo XX, lo mismo que de la importación de sus avances tecnológicos y científicos.

En México, la situación ha tenido altibajos, y aunque cabe aclarar que en términos reales ha habido incrementos, históricamente el gasto federal en ciencia y tecnología (GFCyT) ha sido inferior al 1% del PIB recomendado,<sup>5</sup> los registros indican el 0.15% en 1970, un máximo de 0.46% en 1981, que desciende a 0.27% en 1989 (anexo III del Programa de Ciencia y Tecnología), y alcanza 0.42% en 1997.<sup>4</sup> Lo anterior resulta bajo al compararlo con el gasto que realizan los países desarrollados, que destinan porcentajes del PIB mayores del 1% en GFCyT. En 1991, Japón ocupó el 2.86%, los Estados Unidos el 2.78%, Alemania 2.58%, Francia 2.42%, el Reino Unido 2.26%, los Países Bajos 2.0%, Bélgica 1.71%, Israel 1.70%, Dinamarca 1.59%, Canadá 1.40% e Italia 1.38% (UNESCO, 1995); el promedio mundial en 1990 fue de 1.8%, siendo reconocido que los países que gastan entre 2 y 3% del PIB en CyT son los mayores generadores de nuevos conocimientos y avances tecnológicos,<sup>3</sup> pues la industria participa no sólo aportando recursos, sino también realizando investigación, en mayores niveles que el gobierno y las universidades (caso de México).

Lo planteado indica que la aplicación de recursos del GFCyT es diferencial, según las prioridades establecidas anualmente, pues del total de dicho gasto en 1996 el sector educativo ejerció el 66.6%, el energético el 16.5%, el agrícola 7.5%, el de salud 3.1% y otros 6.3%, en tanto que en 1997 ejercieron 56.9%, 29.8%, 6.1%, 2.5% y 4.7%, respectivamente.<sup>4</sup> Particularizando, con la desaparición de la Conafrut, la fruticultura ha sido un área con menos apoyo en los últimos años y en consecuencia tiene menores posibilidades de avance, porque históricamente los frutales no están entre los cultivos básicos, no obstante que se reconoce que son entre dos y tres veces más redituables que otros cultivos, que pueden ser productos de exportación, que el proceso para producirlos y comercializarlos favorece a un sector importante de la población (activa y be-



*Arboles de litchi, frutal de clima tropical que requiere un termoperiodo específico para florear, con potencial de producción para consumo en fresco.*

neficiada) y que representan una fuente de trabajo estable que limita la migración de trabajadores del campo a las grandes urbes.<sup>1</sup>

### **Análisis de la problemática de la fruticultura en México**

**E**n la actualidad, aproximadamente entre el 10% y el 15% de la superficie cultivada del país está plantada con frutales y representa un renglón importante para la economía, con una participación superior al 20% del valor total de las cosechas agrícolas, sector que se ha desarrollado en gran parte por su misma redituabilidad, pues los márgenes de ganancia han permitido la inversión requerida; no obstante que dentro de la fruticultura hay diferencias de desarrollo, es reconocido que la de clima templado, que ocupa entre el 10 y 12% de la superficie plantada con frutales, observa mayor redituabilidad en promedio que aquella de clima tropical y subtropical –entre el 15 y 20% del valor de la cosecha de frutales.<sup>1</sup> La fruticultura de clima templado, en su mayoría establecida al norte del país, está más desarrollada que la de clima tropical y subtropical, como producto de un nivel tecnológico más alto, que, en consecuencia, ha significado en un buen número de casos mayores rendimientos y mejor calidad de fruta, a consecuencia de la disponibilidad de resultados de investigación, la participación de profesionales en la materia y mayor organización de productores que están más capacitados, y así, a la par de mejores condiciones y oportunidades de comercialización nacional e internacional, ello implica mayores ganancias.

Sin embargo, la fruticultura mexicana observa bajos niveles de productividad, estimándose en promedio que deja de obtenerse hasta el 50% de la producción potencial, debido en gran medida a los siguientes aspectos:<sup>2</sup>

- a) La falta de adaptación de las especies frutales, ya que en su mayoría son introducidas, y su mayor problema es en aquellas de clima templado.
- b) El ataque de plagas y enfermedades, entre las más nocivas, aquellas causadas por virus.

- c) La nutrición deficiente de especies frutales.
- d) La falta de manejo correcto o completo de los huertos frutícolas.
- e) El manejo deficiente de los frutos en poscosecha.

Como consecuencia, en México se obtienen bajos rendimientos promedio por hectárea, sobre todo si los comparamos con aquéllos logrados en países fruticultores líderes, lo que particularmente se acentúa en el caso de frutales de clima templado, donde, como ya se mencionó, los problemas de adaptación son mayores: manzano (5.5 ton/ha), durazno (4.8 ton/ha), pera (5.0 ton/ha), zarzamora (1.9 ton/ha) y frambuesa (0.6 ton/ha),<sup>1</sup> rendimientos que representan menos del 10% de los obtenidos en los países líderes, excepción hecha de la fresa en que se logran alrededor de 18 ton/ha y de la vid 7.5 ton/ha,<sup>1</sup> representando aproximadamente 36 y 17%, respectivamente, de los máximos alcanzados. En cuanto a los frutales de clima tropical y subtropical la situación es más favorable, pues los rendimientos alcanzados están entre 20 y 30% de las ganancias más altas, y tales son los casos del cacao (0.8 ton/ha), el plátano (12.9 ton/ha), la toronja (9.3 ton/ha) y la papaya (18.4 ton/ha),<sup>1</sup> además de la piña (32.0 ton/ha) y el mango (7.5 ton/ha), que están entre el 50 y 55% de los máximos alcanzados; como caso contrario la naranja (7.2 ton/ha) es aproximadamente del 14% y, de manera paradójica, el aguacate (4.2 ton/ha) sólo representa el 8% de los rendimientos máximos obtenidos.<sup>1</sup>

A lo anteriormente citado se agrega que la producción es de calidad variable, en su mayoría con pocas posibilidades de competir en mercados que, además, están controlados por un intermediarismo muy acentuado, el cual dificulta la obtención de márgenes de ganancias que faciliten la inversión continua que exige el sector para su desarrollo. Por ello, una primera sugerencia para hacer fruticultura después del año 2000 es corregir los mencionados problemas y con ello elevar la producción de fruta, circunstancia que traería como resultado incrementos de la misma, sin aumentar la superficie plantada con especies frutales.

## Algunas limitantes actuales del desarrollo

El éxito de cualquier empresa agrícola no sólo depende de aspectos técnicos y socioeconómicos, sino también de que se trabaje de manera integral en un ambiente de respeto a todo orden de cosas y, hoy más que nunca, en un marco de sustentabilidad; así, los problemas que plantea el nuevo milenio, dependiendo del país o la región que estén más o menos acentuados y reciban atención en diferente grado y orden de prioridad, pueden limitar el desarrollo del sector y deben ser considerados en la toma de decisiones:

- Disponibilidad del agua.
- Producción y distribución de alimentos (hambre).
- Contaminación del aire, agua y suelo.
- Distribución de la riqueza (pobreza).
- Conservación de la biodiversidad.
- Desarrollo sustentable.
- Educación y capacitación.
- Ética
- Respeto al estado de derecho.
- Organización.

Los anteriores aspectos afectan la planeación de cualquier actividad en el caso de la fruticultura, que técnicamente está condicionada por la disponibilidad y la contaminación del agua, el aire o el suelo, el desarrollo de sustentabilidad, la conservación de la biodiversidad y la educación-capacitación de los cuadros técnicos y de los productores para lograr el crecimiento de los frutales al más alto nivel y los máximos volúmenes de producción en cantidad y calidad; habiéndose obtenido lo anterior, la actividad depende del mercado y la organización del sector, en los cuales ciertos aspectos como la ética y el respeto al estado de derecho deben prevalecer y permitir que la fruta se venda a precios accesibles a toda la población, además de que aquéllos involucrados directamente con la producción o el proceso de comercialización obtengan el máximo de ingresos, lográndose así un porcentaje ma-



*Cultivo de fresa utilizando cubiertas de plástico y de paja, sistema que incrementa la producción, producto de mejor conservación del nivel del agua en el suelo que causa mayor desarrollo radical.*

yor de población beneficiada y socialmente estable en las zonas productoras, ante las oportunidades de distribuir mejor la riqueza. Por último, la implícita producción de alimentos de la actividad frutícola ciertamente ayudará a paliar los problemas alimentarios, no sólo por haber frutas a precios más accesibles, sino también por ser un complemento nutricional muy importante.

En este contexto, el resultado del proceso productivo de frutales no sólo depende de eventos esperados, sino también de variaciones en las circunstancias iniciales o durante su desarrollo, equivalentes a fenómenos emergentes, cuando los mejores resultados se alcanzarán en la medida que se logre mayor orden e integración de acciones necesarias, siendo para ello trascendente que se invierta más en enseñanza e investigación.

## Propuestas de solución

La solución de los diversos problemas a que se enfrentan las plantaciones frutales establecidas, por un lado implica mejorar el manejo de los huertos a fin de lograr mayores rendimientos y alta calidad de la fruta, lo cual permitirá obtener parte o la totalidad de la producción potencial. A futuro, ya sea por declinación natural de las plantaciones, porque la problemática mencionada no se solventa o porque no hay mercados, obligadamente deberá considerarse el establecimiento de nuevas plantaciones con especies que tengan mayor potencial productivo y efecto socioeconómico, mismas que es necesario pla-

near en un marco de sustentabilidad, tomando en cuenta, además de aquellos factores relacionados con la producción (ambiente, especie, tecnología, investigación, recursos humanos especializados), los que determinan la factibilidad del proyecto (tenencia, organización, infraestructura, capital, mercado, industria), y demandando para ello mayor inversión en CyT que permita sustentar las siguientes actividades:

#### Acciones técnicas:<sup>2</sup>

- a) Elección de especies, cultivares y portainjertos, que se adapten a las condiciones climáticas del lugar de cultivo, ya sean introducciones o productos de selección o mejoramiento genético.
- b) Establecimiento de frutales propagados mediante técnicas que aseguren el mayor vigor de las plantas y que estén libres de plagas y enfermedades.
- c) Control integral y biológico de plagas y enfermedades.
- d) Nutrición de las especies frutales, preferentemente orgánica, en la que se incluya la fertigación (nutrición mediante agua de riego) y la tecnología de micorrizas (hongos así llamados cuando colonizan raíces con las cuales establecen simbiosis), ajustada a los requerimientos nutrimentales que impone el desarrollo de la especie.
- e) Programas de manejo de huertos que incluyan:
  - Sistemas de riego de alta eficiencia en el uso del agua y el manejo de suelos, con cubiertas que limiten las pérdidas de humedad por evaporación; esta última práctica es obligada en zonas de temporal, donde además se deben promover aquellas prácticas que “cosechen agua”.
  - Programas de poda de formación y fructificación, que permitan además intensificar las densidades de siembra, así como también incrementar la calidad de los frutos.
  - Raleo de frutos que promueva su mayor tamaño y atenúe la alternancia natural de producción que presentan algunas especies.

- Programación de uso de polinizadores específicos de la especie que así lo requiera.
  - Prácticas específicas de cosecha y manejo de frutos.
  - Utilización de técnicas de producción forzada de los frutales.
  - Intensificación de las densidades de plantación.
- f) Recolecta y manejo de frutos, utilizando la tecnología poscosecha disponible, para mantener la calidad del fruto, hasta su consumo en fresco o su industrialización.

#### Acciones socioeconómicas:

- a) Canales preestablecidos de comercialización, nacionales o de exportación, determinados mediante estudios de mercado, que además permitan realizar la planeación de áreas productoras, con la finalidad de equilibrar la oferta y la demanda.
- b) Organización de pequeños productores, planteándoles la actividad como una opción que les permita diversificar el origen de sus ingresos y abriéndoles con ello mayor acceso al crédito.
- c) Capacitación de productores, ya que la fruticultura exige mayores conocimientos técnicos.
- d) Formación de especialistas que asesoren directamente las plantaciones frutales.

De cumplirse lo propuesto por el Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000, es de esperar el incremento del gasto en investigación y desarrollo experimental, la mayor participación del sector privado y la de carácter internacional, la de los estados y las instituciones locales, así como mejor futuro para la actividad de investigación *in situ* y el consecuente desarrollo del sector fruticultor, basándose en las prioridades que impongan las necesidades de cada región del país y tratando de que la actividad sea interdisciplinaria y sustentable como lo exigen las circunstancias, con lo cual podría resultar una actividad cuyo éxito no sólo dependiera de la comercialización de la fruta, sino también de otras actividades alternas, como podría ser el ecoturismo.

## Fruticultura más allá del 2000

La fruticultura podrá alcanzar mayores logros mediante el uso de técnicas de vanguardia, debidamente probadas, validadas y sustentadas en particular por la fisiología vegetal, el mejoramiento genético, el control integral y biológico de plagas, enfermedades y malezas, así como la anatomía y morfología de especies frutales, y la meteorología (registro y modificación posible de los elementos del clima). Entre las principales técnicas de vanguardia se encuentran:

- 1) *Riego especializado*. Es una de las técnicas más trascendentes y obligadas a futuro, que consiste en hacer uso del riego por goteo o por microaspersión, en virtud de la mayor eficiencia en el empleo del agua que implican y ante la creciente limitación de dicho recurso. Ambos métodos, proporcionan el agua de forma más directa y oportuna al sistema radical de las plantas, con lo cual se logra mayor crecimiento, en particular de las raíces de nutrición, con los consecuentes beneficios en el aprovisionamiento hídrico y nutricional de la parte aérea de la propia planta, estableciéndose así una relación óptima raíz parte aérea que propicie los mayores niveles de productividad y calidad de la fruta cosechada y permita combinar técnicas o hacerlas más eficientes, como es el caso de la fertigración.
- 2) *Cubiertas*. Lo anterior puede ser combinado con cubiertas orgánicas o eventualmente plásticas, ya que mediante ellas disminuyen los niveles de evaporación del agua disponible, se evita el desarrollo de hierbas y se mantiene una condición de temperatura del suelo más estable en los primeros 20 cm de profundidad, con los consecuentes beneficios, tanto de conservación del recurso como de mantenimiento del nivel de humedad aprovechable, cercano a la capacidad de campo y de temperatura que promueve el máximo crecimiento radical. Cuando se utilizan cubiertas orgánicas, se agrega la posible adición de nutrimentos, producto de la descomposición de las mismas, con lo cual se



6. Fruto de fresa sostenido por un niño, resaltando su tamaño, carácter asociado con la calidad de frutos, condición necesaria para competir en los mercados internacionales.

abre la posibilidad de no ocupar agroquímicos que aporten los nutrimentos esenciales requeridos para el desarrollo de cualquier planta, exigencia cada día mayor por parte de la sociedad que desea consumir productos orgánicos.

- 3) *Densidades intensivas*. En adición a lo anterior y dado que el creciente empleo del suelo implica menor disponibilidad para establecer nuevas áreas de cultivo, en el caso de los frutales se deben intensificar las densidades de plantación lo que asegura mayores rendimientos, exigiendo únicamente que el principio de captación eficiente de la luminosidad por parte de las especies frutales sea respetado. En la actualidad, tanto especies de clima templado como de clima tropical y subtropical pueden manejarse en densidades intensivas, mediante el uso de materiales de bajo porte, portainjertos enanizantes y sistemas especializados de conducción, combinados en algunos casos con la aplicación de reguladores del crecimiento y prácticas tales como el anillado o la poda.
- 4) *Producción forzada*. Obtener producciones altas es una parte del negocio; la otra es contar con los mercados para vender el producto y en este renglón pue-



de haber medidas de carácter económico o social para mejorar los canales de comercialización, pero a la vez podemos hacer uso de la técnica de producción forzada para producir frutas fuera de la temporada normal, en algunos casos en un hábitat diferente, siempre y cuando se respeten las exigencias fisiológicas, ontogénicas y ambientales de la especie en cuanto al proceso de iniciación y diferenciación floral. Para ello, en los frutales caducifolios de clima templado se ocupa la defoliación anticipada, para evitar la entrada de los mismos al endoletargo, condición fisiológica requerida cuando los frutales están localizados en zonas de invierno, en el que hay temperaturas que impiden su desarrollo, básicamente como un mecanismo de defensa; la técnica va acompañada de estimulación de los brotes, con lo cual florecen y producen anticipadamente, pudiendo obtenerse una cosecha anual adelantada, como es el caso del durazno o ciruelo en lugares de subtropical, o dos cosechas por año si la especie forma flores y frutos en periodos cortos y en condiciones de acumulación de calor más rápidas, como sucede con el manzano o la vid en zonas tropicales, donde se pueden lograr hasta cinco cosechas en dos años.

Los frutales de clima tropical y subtropical también pueden ser sometidos a producción forzada, en que la técnica que más se emplea ha sido la aplicación de compuestos estimuladores de floración para adelantar la cosecha, como son los generadores de etileno o equivalentes –entre los casos más conocidos la piña y el mango. A la anterior técnica se agrega el estrés hídrico que detiene el crecimiento de la especie, favoreciendo con ello la iniciación y diferenciación floral de la misma; posteriormente, al reiniciarse el riego se estimulan los brotes, lográndose con ello mover la temporada de cosecha –tal es el caso de la guayaba. Cabe indicar que hay especies de clima tropical que son caducifolias por efecto de la presencia de un periodo de sequía, característico del régimen de precipitación imperante, como es la ciruela del país, para la cual sólo habrá que estimular su brotación y contar con agua de riego para adelantar su cosecha.

Por último, entre los casos más importantes de mencionar, aplicables tanto a frutales de clima templado como tropical y subtropical, la poda podría incrementar la producción forzada de la especie por los cambios que introduce en el desarrollo de la misma; tal vez el mejor ejemplo es la higuera, que puede ser sometida a poda de rejuvenecimiento anual y, así, en los nuevos crecimientos, dado su hábito de producción de un fruto en la axila de cada hoja, se obtendrá una cosecha extendida durante periodos más largos, evitándose la concentración de ésta, no deseable en los higos por su alto grado de perecimiento. A lo anterior se adiciona una ventaja más, la práctica de la poda reduce el porte del árbol, permitiendo trabajar densidades intensivas.

- 5) *Cultivo en condiciones controladas*. A futuro, esta opción seguramente será considerada en mayor grado, pues ya se ha comprobado en los experimentos de grandes invernaderos, donde el tamaño de los frutales no es una limitante, alcanzándose logros similares a los de especies de bajo porte. En condiciones controladas, cuando el ambiente es óptimo para el desarrollo vegetal y hay suministro de requerimientos hídricos y nutricionales de acuerdo con la demanda que impone el crecimiento y producción de la especie, se modifica la atmósfera para máxima expresión de fotosíntesis en beneficio del potencial productivo de la planta, se evitan ataques de plagas y enfermedades o presencia de hierbas, se asegura la polinización y el amarre de los frutos y se manejan éstos según sus exigencias fisiológicas, lográndose con ello el máximo potencial de producción de la planta, con los consiguientes beneficios de uso eficiente e intensivo de los recursos.

## Conclusión

Para que la fruticultura sea de alta productividad, ciertamente requerirá de mayores recursos para mantener la generación de conocimientos *in situ* que mejoren su avance, permitan el empleo de tecnología y aseguren su organización en forma no ajena al entorno, siempre desarrollada como un sistema sustentable, que en tanto sea más redituable asegurará su continuidad. Lo anteriormente expuesto puede parecer en parte utópico; sin embargo, debo insistir que en cuanto mayor orden haya en un sistema, los resultados serán mejores y más equitativos, y así se podrá colaborar para evitar que las predicciones de Malthus resulten ciertas, y se herede un mundo mejor a las generaciones futuras. 🌐

## Bibliografía

1. Becerril R., A.E. y A. R. Flores. "Análisis de la situación frutícola en México", *VII Censo Agropecuario 1991*. INEGI-CEP, Aguascalientes, 1994, 171 p. (ISBN 970-13-0578-7).
2. ——. "La fruticultura en México, problemas y soluciones", *Memorias del XI Curso Internacional de Actualización de Fruticultura Avanzada. Cultivo, manejo y exportación*, Ixtapan de la Sal, México, 1998, 27-29 de octubre, Fundación Salvador Sánchez Colín, Cictamex, S.C., pp. 57-61.
3. Conacyt. "El decenio perdido", *Ciencia y Desarrollo*, XVI (94), México, 1990, p. 128.
4. ——. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1997*, México, 1999, 220 p.
5. UNESCO. *Informe mundial sobre la ciencia*, Madrid, 1995, Santillana/Ediciones UNESCO, 275 p.

## Es inevitable que lleguemos a Marte...

**S**Í, ES UN HECHO QUE, EN MENOS DE 25 AÑOS, EN NUESTRO mundo globalizado organizaremos una expedición científica al planeta rojo, pues el hecho de haber descubierto agua en su polo norte convierte lo que se consideraba una aventura extremadamente arriesgada, en un proyecto perfectamente realizable a corto plazo.

Es interesante repasar las etapas del pensamiento humano sobre Marte en distintas épocas de nuestra historia... Desde luego, en los tiempos antiguos, el planeta era uno de tantos dioses en el firmamento, que algunos pueblos consideraron como dios malo, es decir, un dios responsable de calamidades y sobre todo de guerras, seguramente por su color rojizo. En forma paralela hubo quienes, dejando a un lado las creencias religiosas, se preguntaron: ¿Qué son en realidad los planetas y por qué sus movimientos en el cielo resultan difíciles de comprender? Ahí nace el concepto de esferas en las que éstos se mueven...

Ya en la Edad Media, Marte dejó de ser el centro de atención y pocos pueblos se preocuparon por él. No fue

sino hasta el Renacimiento cuando Marte recuperó la atención de los humanos, pero no ya en relación con sus supuestos poderes superiores, sino dentro del ámbito de la ciencia, al ser el planeta más estudiado por el famoso astrónomo (aún sin telescopio) Tycho-Brahe. Copérnico, al estudiar el trabajo de su maestro, encontró la verdadera forma de la órbita marciana, y por extensión la de los demás objetos que gravitan alrededor de una estrella o planeta, la elipse. Y así, el mundo de las esferas, los epiciclos y las excéntricas de Tolomeo, pasa a ser el de las elipses, curvas que explican matemáticamente los movimientos de planetas, estrellas y demás objetos celestes.

Es hasta el siglo XIX cuando los telescopios se perfeccionan y se descubren en Marte sus polos norte y sur, como los de la Tierra, y también manchas oscuras en su superficie. Ya a fines de dicho siglo, el astrónomo italiano Schiaparelli hace dibujos detallados del planeta y en ellos aparecen por vez primera los famosos canales de Marte.

Lowell, en Arizona, monta un gran observatorio para estudiar al planeta rojizo y ya en el siglo XX piensa que se corrobora la existencia de los canales, los dibuja y los atribuye a seres muy avanzados que luchan por sostener sus propias vidas, utilizando el agua de deshielo de los polos para irrigar las zonas tropicales del planeta y así cultivar los vegetales indispensables para el sustento. Sin embargo, muchos otros astrónomos no ven canal alguno en Marte y el debate entre unos y otros queda sin solución, en espera de avances técnicos que ayuden a dilucidarlo.

La espera termina con el nacimiento de la Era Espacial en 1957; ocho años después se hacen preparativos para enviar astronaves automáticas al planeta y, por fin, obtenemos imágenes de su superficie, afirmando con ello que no existen dichos canales en Marte, pero las imágenes nos sorprenden con la presencia de cráteres de impacto, como los de la Luna y con muchas otras señales que no alcanzamos a comprender aún. Más tarde, naves que se posan suavemente sobre Marte nos muestran la existencia de rocas despedazadas y arena finísima, que vientos de un aire muy enrarecido configuran dunas como las de nuestra Tierra. ¿Y los canales?, tal vez éstos fueron efectos de difracción.

En los años cincuenta, antes de que estos descubrimientos ocurrieran, un soñador de la exploración espacial, Werner von Braun presentó un libro llamado *El Proyecto Marte*, trabajo en que describe técnicamente y con gran detalle, cómo preparar una expedición tripulada para explorar buena parte de la superficie marciana y averiguar con certeza qué clase de vida pudo haber existido en el pasado y, de haber existido ésta, el porqué de su desaparición.

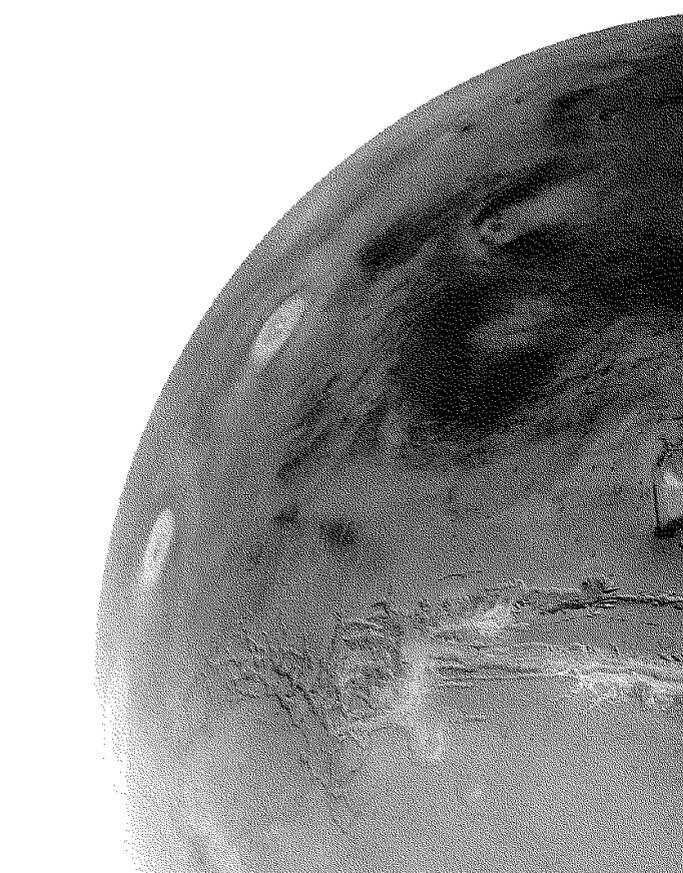
En los años setenta nos olvidamos un poco de Marte y hubieron de pasar cerca de tres decenios para que la exploración a control remoto del planeta rojo se reanudara; en 1996 el Pathfinder y su carrito automático el Sojourner resultan un gran triunfo tecnológico y al poco tiempo se coloca en órbita marciana la astronave Topógrafo Global, que nos envía mapas ultradetallados de un 90% del suelo marciano, mapas que ni en la Tierra tenemos.

¿Cómo explicar que aquellos logradores de éxitos, al desarrollar y aplicar técnicas supercomplicadas, consigan hacer el ridículo confundiendo los newtons con las libras como fue el caso del Analizador Global del Clima (marciano)? Por este inaceptable error se perdió también la nave que iba a analizar el hielo que esconde el hielo seco (CO<sub>2</sub>) superficial del polo, y con ello se atrasa el programa de exploración tripulada, pero no se abandona.

En consecuencia, en 2001 se enviará a Marte una astronave-planta piloto, que electrolíticamente disociará el agua escondida en el polo, para comenzar a almacenar hidrógeno como combustible para el regreso de la expedición tripulada y oxígeno para su respiración. A este envío seguirán otros más complejos, hasta que se tenga en Marte una estación capaz de albergar a los exploradores-científicos que permanecerán en aquel planeta seis meses, estudiando y descubriendo lo que a control remoto no se puede llevar a cabo.

Así sabremos si en Marte, hace tal vez millones de años, cuando las condiciones allá eran favorables, surgió la vida como sucedió en la Tierra, y tal vez descubramos también las causas de su desaparición, experiencias que seguramente nos ayudarán a no hacerla desaparecer aquí.





**C**on la excepción de los planetas gigantes Júpiter y Saturno y también de Plutón, los demás planetas del Sistema Solar estarán aproximadamente alineados, Marte y Venus por detrás del Sol y la Tierra, Urano y Neptuno opuestos a los dos primeramente mencionados. El eclipse total de Luna del día 16 es tan centrado, que alcanzan a ocurrir otros dos parciales de Sol antes y después, como se detalla a continuación.

### Julio

**E**l día primero, Marte se hallará en conjunción con el Sol y éste será eclipsado parcialmente por la Luna, con su centro a las 16.20 horas. El eclipse sólo es visible en la región antártica y en el Océano Pacífico del sur.

Como se mencionó, el día 16 ocurrirá un eclipse total de Luna, el más centrado de los últimos 76 años, esto es, que el centro de la sombra de la Tierra pasará por el centro de la Luna y por ello es también el de más duración en los últimos 100 años.

El eclipse comenzará de manera parcial a las 20 horas 57 minutos y la totalidad a las 22 horas 02 minutos; el centro del eclipse será a las 22 horas 55 minutos y la totalidad terminará a las 23 horas 49 minutos, en tanto que el parcial acabará a las 00 horas 54 minutos del día 17. Las fases penumbrales serán muy poco notorias a simple vista y sólo con aparatos podrán evaluarse.

El día 27, Mercurio se hallará en su máxima elongación oeste (a 19.8 grados del Sol) y por lo tanto estará visible al amanecer, antes de la salida de nuestra estrella.

Este mismo día, Neptuno se encontrará en oposición, es decir, lo más cerca de la Tierra, hallándose "solamente" a 29.098 unidades astronómicas (U.A.) de nuestro planeta, que equivalen a 4 350 millones de kilómetros.

El día 31, ocurrirá un eclipse parcial de Sol, visible sólo en la región del polo norte terrestre.

## Un paseo por los cielos de julio y agosto del 2000

### Agosto

**E**n este mes, la estrella Vega de la constelación Lira se hallará prácticamente sobre nuestras cabezas a las 10 de la noche. Vega está a 25.1 años-luz de nosotros y fue la protagonista (además de Jody Foster) de la película *Contacto*, en la que se le supone un planeta habitado por una civilización mucho más adelantada que la nuestra.

El día 6, Venus se hallará un grado al noreste de Régulus, la principal estrella de la constelación Leo, y ambos objetos en conjunción se hallarán a 15 grados del Sol al atardecer.

El 10, habrá conjunción de Mercurio con Marte al amanecer, a sólo 12 grados del Sol; es una de las conjunciones más cerradas del año.

El día 11, Urano se hallará en oposición, y es una magnífica oportunidad (al igual que con Neptuno) de observarlo con un pequeño telescopio. Su distancia de la Tierra es de 18.936 U.A., que equivalen a 2 831 millones de kilómetros.

El 22, Mercurio estará en conjunción superior con el Sol, esto es, que se encontrará justo entre él y la Tierra.

### Coordenadas de los planetas distantes (30 de julio)

	Ascensión recta	Declinación
URANO	21 horas 27' 55"	-15 grados 43' 30"
NEPTUNO	20 horas 29' 40"	-18 grados 46' 59"
PLUTON	16 horas 41' 05"	-11 grados 02' 54"

### Lluvias de estrellas

**E**n el mes de julio ocurren cinco lluvias de estrellas; la más visible, por estar la Luna casi nueva durante su máximo es el día 27, será la de las Delta Aquáridas, con estrellas fugaces de rapidez media (41 km/s), por lo que dejarán estelas blancas aunque no muy persistentes.

En agosto habrá seis lluvias de estrellas, de las que, sin duda, la de las Perséidas es la más importante; su rapidez de ingreso a la atmósfera será de 59 km/s y sus trazos azulosos y persistentes; sin embargo, tienen la desventaja de que su máximo ocurrirá el día 12, con la Luna casi llena, por lo que no lucirán como desearíamos. ☼

### Fases de la luna

	Perigeo día/hora	Apogeo día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora
JULIO	1/16 30/00	15/10	 1/13 30/20	 8/09	 16/08	 24/05
AGOSTO	27/08	11/16	29/04	6/19	14/23	22/13

## Ciencia, prensa y vida cotidiana

**D**E QUÉ MANERA Y A PARTIR DE QUÉ MOMENTO SE comenzó a empañar y envenenar la región más transparente del aire, nos preguntamos los contaminados e indefensos capitalinos del alba del siglo XXI. Lo inmediato es referirse a la industrialización, al crecimiento demográfico, al descuido ecológico, a la urbanización descontrolada, a los fumadores empedernidos o a la aparición del enemigo declarado de los peatones: el automóvil. La preocupación, sin embargo, data de otros tiempos. La batalla desde la almena científica nacional contra la irrespirabilidad de los gases maléficos que nos circundan tiene antecedentes importantes en el siglo XVIII, tal cual nos explica la doctora Martha Eugenia Rodríguez en su libro *Contaminación e insalubridad en la ciudad de México en el siglo XVIII*, recientemente publicado por el Departamento de historia y filosofía de la medicina de la Facultad de Medicina de la UNAM. El índice de los siete capítulos del volumen invita a una atenta inspección de la sordidez urbana: el aire viciado, la insalubridad de las calles, la recolección de la basura, ubicación de los cementerios, uso y aseo de las letrinas, el abastecimiento de agua potable, la higiene en lugares públicos y establecimientos: mercados, puestos callejeros, carnicerías, tocinerías, ordeña de vacas, panaderías, puestos de ropa usada, baños, lavaderos y boticas. La investigación documental que realizó la doctora Rodríguez permite recorrer la vía pública con curiosidad y, tal vez como en el siglo de las luces, con una “almohadilla dispensadora de sanos olores protectores, que se integraba con azahar, toronjil, mejorana, orégano, tomillo, lau-

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

*El periquillo sarniento*

rel, cáscaras de naranja, limón y membrillo, entre otros aromáticos”, o con un apretón de la nariz. Entre los archivos que exploró la investigadora están el Histórico del Distrito Federal, el General de la Nación, el General de Indias, el Histórico de la Secretaría de Salud, el de la Biblioteca Británica, el del Wellcome Institute for the History of the Medicine y el Histórico de la Facultad de Medicina. Y por si eso no bastara la investigadora revisó un número considerable de periódicos y revistas en la Hemeroteca Nacional. De ese fondo proviene la perla que depositamos en nuestra “Alaciencia”.

El doctor homeópata Francisco Marchena preparó una “Memoria” que contenía diversos teoremas médicos para presentarla en una convención que tendría lugar en Filadelfia en 1876. *La Reforma médica*, periódico científico del Instituto Homeopático Mexicano, publicó un resumen del trabajo a partir del 20 de diciembre de 1875 (citado por la doctora Rodríguez en el capítulo sobre el aire viciado). Detengámonos en la parte que se ocupa de los miasmas, pestilencias a las que, afirma el doctor Marchena, “ningún individuo se acostumbra de manera absoluta”, y leamos entonces con la misma confianza con la que los marqueses de Guardiola permitían que el aire emponzoñado del inmundo caño del callejón refrescara su habitación por medio de dos boquetes en lo alto de sus puertas, o con la tranquilidad que acompañaba el sueño de las molidas molenderas de la sucia atolería donde se crió Juan Robreño, el héroe de *Los bandidos de Río frío* de Manuel Payno, a pesar de respirar los vapores mefíticos que se escapaban de las hendeduras del piso sobre el que dormían mujeres y niño. 🌐

---

# Resumen de los principales teoremas contenidos en la memoria del Dr. Marchena

---

**14.** No pudiendo explicarse muchas de las circunstancias de las enfermedades, tales como la producción, transmisión por infección, transmisión por contagio, por herencia, recaídas, reincidencias, etc., etc., por las causas tangibles, es preciso suponer como generadoras de ellas, a los actualmente intangibles, o sea a los miasmas, y procurar hacer un estudio detenido de estos, guiándose en él por los datos que puedan suministrar la razón, la ciencia, la observación, la experiencia, la inducción y la deducción.

Tal estudio, en el estado actual de la ciencia, nos induce a creer que: previa la existencia de este estado misterioso y desconocido del organismo que se ha llamado predisposición definida o receptividad morbosa, los miasmas probablemente animados, que Samuel Hahnemann denominaba agudos, que actualmente se conocen con el nombre de telúricos, y cuya acción característica es determinar *processus* patológicos de marcha intermitente o



remitente, son casi seguramente la causa patogénica esencial, más general y poderosa de la inmensa mayoría de las enfermedades agudas o crónicas, y la causa ocasional que, o por sí sola o en unión de las otras causas ocasionales tangibles, pone en acto los gérmenes latentes de los miasmas crónicos, o sea de las enfermedades diatésicas o constitucionales, que sin su intervención tenderían a quedar indefinidamente en potencia. De manera que, siendo la potencia nosogénica de los miasmas agudos mucho más poderosa que la de los miasmas crónicos, resulta, que toda la importancia que en calidad de causa patogénica esencial concedía el descubridor de la homeopatía a la *psora*, no pertenece en realidad sino a los miasmas telúricos.

15. Todas las demás causas, tanto del orden moral, como imponderables y tangibles, ejercen una acción morbígena muy secundaria y son exclusivamente ocasionales.

16. Los miasmas telúricos periodógenos existen en todas las zonas de la superficie terrestre. En efecto, teniendo por foco de producción a la tierra y por vehículo de conducción a las capas atmosféricas inferiores, resulta que pueden existir en todas partes, por cuanto que, aun en aquellos lugares en que, como en las zonas marítimas y glaciales, falte su causa generadora, pueden ser conducidos por las corrientes atmosféricas, que aun a distancias enormes pueden facilitar u operar su trasmisión. La posibilidad de la existencia de los miasmas telúricos en todas partes, el que en todas partes también sigan constantemente las enfermedades una marcha periódica, y el buen éxito con que relativamente se les combate con los antiperiódicos solos, o alternando con los antipsóricos, con los antisifilíticos y los antisicósicos, etc., comprueban suficientemente la importancia que, en calidad de fuerza patogénica, se debe conceder a dichos miasmas.

17. Los miasmas telúricos son una clase de venenos a la acción de los cuales ningún individuo se acostumbra de una manera absoluta. Cabrá tolerar más o menos su influencia, a veces tanto, que, por insignificantes, pueden pasar casi o enteramente desapercibidos los efectos cau-

sados por ellos, pero que una causa cualquiera del orden de las ocasionales, como v. g., una cólera, un terror, una pasión depresiva o los excesos venéreos, la miseria, un enfriamiento, una indigestión, un cambio de clima, el estado puerperal, o bien otra influencia miasmática, como la del virus sifilítico, etc., etc., venga a trastornar la sinergia de reacción que los diversos órganos oponían a la causa miasmática, y en ese caso, el veneno de la malaria, que hasta entonces había permanecido dentro del organismo en estado latente, o a lo más produciendo malestares o incomodidades muy ligeras, hará sentir inmediatamente su potencia poderosa y fatal.

18. Hasta ahora se había creído que cuando un *processus* morbosos, como por ejemplo, una neumonía, seguía una marcha intermitente o remitente, tal circunstancia dependía de que a la acción nosogénica que había producido el *processus* pneumónico, se había agregado ulteriormente la del miasma generador de las intermitentes, el cual imprimía periodicidad a la enfermedad preexistente; pero desde el momento en que está demostrado el valor secundario de las causas tangibles, la importancia suprema de las intangibles o sea miasmáticas, y que todas las de esta clase dan nacimiento a afecciones periódicas, es más racional creer que la totalidad del *processus* fue determinado por una causa única, por el miasma telúrico.

19. Un solo miasma puede dar lugar a la mayor parte de *processus* morbosos cuyo nombre se registra en el cuadro nosológico; pero como son de varias clases los miasmas, resulta, que cualquier *processus* morbosos dado puede ser producido por uno u otro de los distintos miasmas.

20. Si bien a los médicos de la antigua escuela puede parecer altamente paradójico e inaceptable que los miasmas telúricos sean la causa esencial de la inmensa mayoría de las enfermedades y la causa ocasional por excelencia de las de origen diatésico o constitucional, o bien que los miasmas crónicos tengan una acción patogénica muy secundaria, hasta el grado de desempeñar en virtud de ella durante la evolución de un *processus* morbosos,

simplemente el papel de una complicación, no debe suceder otro tanto respecto de los médicos homeópatas, que están plenamente convencidos de que, en último análisis, todo agente patogénico no es más que una fuerza, que aunque dotada, según su naturaleza, de mayores afinidades electivas para tales o cuales órganos o tejidos, ejerce siempre una influencia general sobre la totalidad del organismo, y que, como todas las fuerzas, es susceptible de producir en cada parte de él, todo género de lesiones de sensación, de función y de estructura.

21. Las enfermedades no son seres aparte diferentes del todo vivo que se establecen o alojan en el organismo, son efectos; pero los vehículos materiales de sus causas esenciales o sea de las fuerzas verdaderamente patogénicas, sí lo son; y por cuanto que están dotadas de animación, gozan de la facultad de reproducirse más o menos abundantemente en el interior de él.

22. Siendo los miasmas telúricos de diferentes lugares semejantes, pero no iguales, resulta, que por un efecto de la ley de la similitud, los de algunos puntos pueden curar homeopáticamente las afecciones producidas por los de otros. De aquí la influencia tan benéfica que ejercen los cambios de clima sobre muchas enfermedades. ●

N°23.



AGUADOR.



## Un rayo de esperanza para los tarambanas

### ¿Cuándo sentarás cabeza, Charlie?

**E**l señor Darwin estaba francamente preocupado. Su hijo Charles era un verdadero relajo. Se la pasaba de vago y eso de estudiar de a tiro no se le daba. Desde que nació, allá por 1809, el padre orgulloso había decidido que su hijo sería clérigo, pues la ilusión de su vida era tener un pastor en la familia. Sin embargo, a medida que pasaron los años fue dándose cuenta de que su sueño con dificultad se realizaría.

El escuincle era una calamidad. Travesura tras otra, todo el santo día; se iba de pinta con los cuates y eso de la escuela le llamaba muy poco la atención. Cuando ya tenía 18 años lo envió a estudiar medicina a Edinburgo, con la esperanza de que la disciplina escocesa lo pusiera a raya, pero fue esperanza vana. Al cabo de unos meses, el joven Charles declaró que todo eso de la anatomía y la fisiología le aburría mucho, y decidió abandonar el estudio. “Lo único que te gusta son los perros y andar matando ratas a escopetazos... Serás la desgracia de tu familia y de tí mismo” le habría dicho el padre en alguna ocasión, y con la paciencia ya colmada.

Por eso, cuando el buen Charlie llegó a pedirle permiso para embarcarse en una expedición cartográfica, que iba a estudiar las costas de la Patagonia, Tierra del Fuego, Chile y Perú, el viejo Darwin puso el grito en el cielo. “¡De ninguna manera! ¡Una más de tus aventuras insensatas! ¡Ya no sabes qué más inventar con tal de no adquirir responsabilidades!” Charles, que ya tenía 22 años, se sintió con el derecho de insistir: “Pero, papá, es muy interesante. También vamos a establecer estaciones cronométricas y otras cosas... Voy a aprender mucho.” Inútil, esta vez el padre no daría su brazo a torcer.

Lo que el sufrido señor Darwin ignoraba es que su hijo,

desde hacía ya tiempo había trabado amistad con John Stevens Henslow, su profesor de botánica en Cambridge, donde Charles le hacía al cuento diciendo que estudiaba ciencias naturales. Fue Henslow quien logró despertar en ese joven disipado el interés por la naturaleza y su estudio, y fue él, quien al enterarse de que existía una plaza vacante para un naturalista en la expedición a Sudamérica, propuso que fuera Charles quien la ocupara. Y también fue el profesor Henslow quien le regaló a su alocado pero querido discípulo el primer volumen de los *Principles of Geology*, de Charles Lyell, para que lo leyera durante la travesía. Fue en ese libro en el que, como después confesaría el propio Darwin, se había basado para la postulación de toda su teoría.

Por lo tanto, no tiene nada de particular que fuera el propio profesor Henslow quien se presentara a casa de los Darwin a convencer al viejo de que dejara partir al hijo, y lo consiguieron con la ayuda de un tío de éste, Josiah Wedgwood II. El argumento definitivo fue que cuanto aprendería Charles le sería de gran utilidad en su futura actividad como sacerdote.

Así, el 27 de diciembre de 1831, finalmente el Beagle se hizo a la mar, llevando a bordo a un tarambana llamado Charles Darwin. La travesía duró cinco años y fue sin duda en esos interminables y monótonos días y noches cuando, encerrado en su camarote, el joven se apasionó por la lectura y por el conocimiento. Y también entonces elaboró su teoría de la selección natural y la evolución de las especies, que, para desesperación del padre, no sólo no lo ayudó a ser clérigo, sino que, además, sacudiría hasta sus mismos cimientos todo el edificio de la doctrina cristiana. ☀

## La otra gran G de las matemáticas

### Cuando los grandes se hacen pequeños

Un par de números atrás me referí desde estas mismas páginas al que entonces llamé el matemático más grande de la historia, Karl Friedrich Gauss. Hoy, un poco avergonzado, debo reconocer que me dejé llevar por el entusiasmo y que probablemente exageré. Gauss es sin duda uno de los más grandes, pero eso del más grande, ¿quién podría decidirlo? A fin de cuentas, la ciencia, como el arte y tantas otras disciplinas, no son carreras de cien metros en las que el listón en la meta (¿se usará todavía?) o el cronómetro, infalible e implacable, determinan quién es el más rápido.

Mi acto de contrición es imprescindible ante el insólito, edificante y deprimente episodio de la historia de las matemáticas que quiero relatarle hoy, fiel lector. Y lo es por partida doble, pues involucra a otras dos de las grandes figuras de la matemática del siglo XIX, ambos franceses y tan grandes, tal vez, como el propio Gauss. Una de ellas es Evariste Galois, y ya que la cosa va hoy de grandes, la otra gran G, junto con Gauss, de esas matemáticas del siglo XIX. A pesar de ser contemporáneos (Galois nació mucho después y murió mucho antes que Gauss), representan dos figuras antitéticas en prácticamente todos los sentidos, excepto en su irrefrenable pasión por la ciencia de los números. El alemán es ejemplo de una vida larga, apacible y fecunda; vivió 78 años, 70 de los cuales, como vimos aquí, fueron de producción ininterrumpida y sistemática. Galois, en cambio, fue asesinado en un duelo cuando contaba apenas con veinte años de edad, y su producción por lo tanto es escasa.

Son muchas las cosas que quisiera contarle de Galois. Ya lo haré sin duda, pues se trata de un personaje apasionado y apasionante como pocos. Revolucionario indómito, participó de manera muy activa en la lucha por restaurar la República en Francia hacia 1830, lo que acabó costándole la vida. Déjeme sólo decirle, para que se dé una idea sobre quién estamos hablando, que sus manuscritos matemáticos los escribió en verso y los acompañó de numerosos dibujos: casas, árboles, rostros...

El otro grande que aparece en esta historia es Augustin Louis Cauchy, cuya obra es majestuosa y comprende toda

una variedad de campos como el álgebra, el cálculo y la física. En 1829 era miembro eminente de la Académie des Sciences y profesor de la École Polytechnique y era considerado, después de la muerte de Laplace unos años antes, como el más importante matemático francés en vida.

Pues bien, a esa verdadera vaca sagrada de las matemáticas que era ya Cauchy, un modesto estudiante de preparatoria llamado Evariste Galois le presentó sus ideas y desarrollos para que el maestro le diera su opinión, y al cabo de unos días el joven acudió emocionado a conocer el veredicto. Este fue definitivo: "No vale nada. Piensa en otras cosas." Cuarenta años después, en 1870, esos escritos que Cauchy despreció fueron redescubiertos y revalorados por Camille Jordan, y hoy resulta un hecho establecido que el trabajo de Galois es de tal brillantez e importancia que revolucionó todo el pensamiento algebraico hasta nuestros días. Lo que nunca sabremos es si Cauchy tiró al cesto de la basura los papeles de ese muchachito imberbe, sin dignarse echarles una ojeada siquiera, o si los leyó y no los entendió. De todos modos, en ninguna de las dos hipótesis queda demasiado bien parado. Y es que, a veces, los grandes se vuelven pequeños. ●



## El torito

### Tres marineros valientes, hábiles, honestos... y desconfiados

**E**l galeote partió de Génova antes de despuntar el alba, con buena mar y mejor viento. Sin embargo la mar –que así le dicen los que saben, y no el mar– es voluble como una mujer, como una mujer voluble, por supuesto, y poco después de anochecer se embraveció sin motivo aparente alguno; de llana pasó en un santiamén a rizada, de rizada a gruesa, y por la medianoche ya era arbolada.

¡Cómo bailaba el Santa Madonna di Bari!, que así se llamaba el bajel. Tan pronto se alzaba como si quisiera dejar de tocar el agua, como lo embestía cual novillo bravo, y Neptuno se hubiera salido con la suya, y hubiera engullido una nueva presa, de no haber sido por la pericia y el valor de tres experimentados marinos, Andrea, Nicola y Giacomo, quienes, mientras los otros rezaban aterrorizados en los camarotes, pasaron toda la noche arriando y soltando, ora el bauprés, ora el peñol del mayor, y consiguieron evitar lo que ya parecía inevitable naufragio.

Al día siguiente llegó, como lo hace siempre, la calma. Y el capitán, el aguerrido tritón Gianpiero Guidarelli, quiso recompensar a los tres héroes. Reunió a toda la tripulación en cubierta y los elogió públicamente como nunca antes lo había hecho; los ungió con la orden de Vittorio Emanuele, la más alta que le era dado conferir. Pero como no todo han de ser dulces palabras, entregó además a su contra maestre, el viejo Antonio, una bolsa de doblones de plata, con la orden de repartirlos en partes iguales entre los tres salvadores: “no sé cuántos hay –le dijo– más de 200, de seguro, pero no llegan a 300. Tú cuéntalos y dáselos.”

Cuando Antonio les comunicó la buena nueva respecto a la generosidad del capitán, nuestros adalides que ya no cabían en sí de gozo ante tantos homenajes se vieron desbordados por el júbilo. “Sin embargo, dijo el contra maestre, se los daré mañana por la mañana cuando desembarquemos en Tánger. Antes no les harán falta alguna.” La jornada se prolongó en alegre jolgorio y buen navegar, en medio de las canciones y las barricas de vino que el capitán autorizó que se abrieran.

La noche no cayó, se puso. Y en su camastro, Andrea, con tanta excitación, no podía conciliar el sueño, pensando en lo que haría con su parte del premio y en por qué ese taimado de Antonio no se lo había dado enseguida. Así,



oyéndolo roncar en su camarote, al arrullo de quién sabe cuántas pintas de tinto, decidió tomar su parte. Entró sigilosamente, encontró el saco de monedas, las contó minuciosamente, las dividió entre tres y vio que le sobraba una. “Esto va a complicar todo”, se dijo, y arrojó la sobrante por el ojo de buey. Tomó su parte, y se fue a dormir, ahora sí, con toda tranquilidad.

Una media hora después llegó Nicola exactamente con la misma intención, e ignorando que Andrea se le había adelantado contó las monedas, las dividió entre tres y también le sobró una, que también regaló a las sirenas. Tomó la que consideraba su parte y se fue a dormir. Por último llegó Giacomo, quien realizó la misma operación, e igualmente le sobró una, que del mismo modo obsequió al mar que los había perdonado y tomó su tercera parte.

Al desembarcar, Antonio reunió a los tres, que, final y prudentemente prefirieron no confesar su jugarreta. Frente a ellos contó las monedas, las dividió entre tres y le dio su supuesta parte a cada uno, que la aceptó con aire de mosquita muerta, pero le sobró una que, sin ruborizarse, decidió embolsarse como pago por la responsabilidad de haber guardado tan celosamente el pequeño tesoro.

Poco después, *el capitano* le preguntó a Antonio cuántas monedas había en la bolsa. ¿Qué le contestó? ¿Cuántas había en realidad al principio? ¿Con cuántas se quedó cada uno de los marineros? ¿Cómo le habrá ido al fiel contra maestre? Antes de que el navío atraque en Port Said, el 1º de julio, espero que usted lector, viejo lobo de mar, ya me lo haya dicho. ●

## A toro pasado

(Solución al torito del número 151)

Empecemos por recordar, memorioso lector, que según la definición clásica la probabilidad de que determinado suceso ocurra es el cociente del número de maneras en que el fenómeno estudiado produzca el evento en cuestión, entre el número total de maneras en que dicho fenómeno puede producirse. Uf. Es esta una de esas definiciones que es más fácil entender que decir, y en el caso que nos ocupa, pues, la probabilidad de que una persona haya nacido un cierto día del año es  $1/365$  (vamos a dejar de lado los años bisiestos, y supondremos que quien tuvo la puntada de nacer un 29 de febrero celebrará su cumpleaños un día antes o después, a menos que decida festejar por lo grande sólo los “cumplecuatrienios”). La probabilidad, en cambio, de que una persona haya nacido un día cualquiera del año es 1 (si es que la susodicha persona nació, claro).

Vamos a calcular la probabilidad buscada por medio de su complemento, tal como el enunciado mismo del problema exige. En efecto, fíjese bien, éste no pide la probabilidad de que dos de un conjunto de 50 personas tengan el mismo cumpleaños, sino la de que *al menos en dos* esto ocurra, lo cual, como se habrá dado usted perfecta cuenta, observador lector, no es lo mismo. Dicho de otro modo, tenemos que hallar la probabilidad de que en un conjunto de 50 personas no todas tengan cumpleaños distintos, es decir, si  $Q_{50}$  es esa probabilidad,  $Q_{50} = 1 - P_{50}$ , donde  $P_{50}$  es la probabilidad de que 50 personas hayan nacido, todas, en días distintos del año.

Calcular  $P_{50}$  es sencillo (es un decir), sólo tenemos que atenernos a la definición que doy en el primer párrafo. El denominador será el número de maneras como se pueden combinar las fechas de nacimiento de 50 personas, es decir  $(365)^{50}$ , pues no hay restricción ninguna. El numerador en cambio será  $365 \times 364 \times 363 \times \dots \times 316$ , o sea 50 factores, pues cada persona que contemos no podrá haber nacido los mismos días que las ya consideradas. Si tuvo usted el humor de hacer estos lindos productos y después dividirlos, habrá usted obtenido la cifra aproximada de 0.0296. En otras palabras,  $Q_{50} = 1 - P_{50} = 0.9704$ . O sea, de cada mil veces que nuestro mago intente su tru-

$n$	$P_n$								
1	1.0000	2	0.9973	3	0.9918	4	0.9836	5	0.9729
6	0.9595	7	0.9438	8	0.9257	9	0.9054	10	0.8831
11	0.8589	12	0.8330	13	0.8056	14	0.7769	15	0.7471
16	0.7164	17	0.6850	18	0.6531	19	0.6209	20	0.5886
21	0.5563	22	0.5243	23	0.4927	24	0.4617	25	0.4313
26	0.4018	27	0.3731	28	0.3455	29	0.3190	30	0.2937
31	0.2695	32	0.2467	33	0.2250	34	0.2047	35	0.1856
36	0.1678	37	0.1513	38	0.1359	39	0.1218	40	0.1088
41	0.0968	42	0.0860	43	0.0761	44	0.0671	45	0.0590
46	0.0517	47	0.0452	48	0.0394	49	0.0342	50	0.0296
51	0.0256	52	0.0220	53	0.0189	54	0.0161	55	0.0137
56	0.0117	57	0.0099	58	0.0083	59	0.0070	60	0.0059
61	0.0049	62	0.0041	63	0.0034	64	0.0028	65	0.0023
66	0.0019	67	0.0016	68	0.0013	69	0.0010	70	0.0008
71	0.0007	72	0.0005	73	0.0004	74	0.0004	75	0.0003
76	0.0002	77	0.0002	78	0.0001	79	0.0001	80	0.0001
81	0.0001	82	0.0001	83	0.0000	84	0.0000	85	0.0000

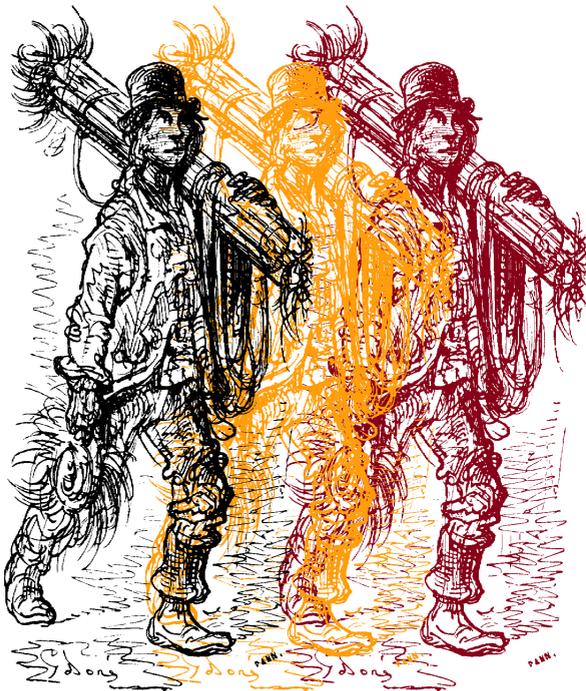
$P_n$  es la probabilidad que  $n$  personas tengan cumpleaños distintos.

co, en promedio unas 970 le dará resultado. Apantallante y sorprendente. Así es con los fenómenos no lineales.

Arriba reproduzco la tabla de los valores de  $P_n$  para grupos desde una hasta 85 personas. Ni crea que tuve el desvarío de calcularla yo; me la fusilé de *Probability* de A.S. Neuts, y si la estudia tantito verá como se comporta el valor de  $P_n$  y también cómo, a partir de grupos de 83 personas, la probabilidad de encontrar al menos dos con el mismo cumpleaños es prácticamente de 1 (con aproximación de cuatro cifras decimales). Es decir, lo puede usted dar por hecho.

En el momento de escribir esta nota para mandarla a la redacción aún no recibo respuesta alguna de mis lectores, así que no puedo informar de la apuesta que le hice en el enunciado del “torito”. Ya lo haré en el próximo número. Me imagino que todos los abnegados lidiadores han de estar multiplique que multiplique. Pero ya se da usted cuenta, resignado lector, que tengo muy pocas probabilidades de perderla. 🌟

## Seudociencia nazi



Poco tiempo antes y durante la segunda Guerra Mundial, los aliados estaban convencidos de que la ciencia alemana poseía una superioridad absoluta sobre la de cualquier otro país, y dicha creencia era compartida por todos los científicos y dirigentes germanos. En 1938, los físicos estadounidenses tenían la seguridad de que los alemanes les llevaban una ventaja por lo menos de dos años en sus investigaciones destinadas a fabricar una bomba nuclear.

Los aliados llevaron a cabo varias misiones de bombardeo para destruir una fábrica en Noruega, que supuestamente proporcionaría agua pesada –sustancia requerida para fabricar el combustible nuclear– a los científicos alemanes, y cuando ocurrió la invasión a Normandía temían

que los nazis hubieran instalado ya en las costas algún tipo de minas explosivas de índole nuclear. El alto mando aliado organizó un grupo secreto de inteligencia, denominado ALSOS y destinado únicamente a averiguar qué tanto habían avanzado los nazis en sus investigaciones atómicas. Un físico nuclear holandés, Samuel Goudsmit, estaba a cargo de las labores científicas de esta misión, y así después de la guerra escribiría un libro también titulado *ALSOS*, en el que detalla los inesperados hallazgos de este grupo.

Después de intrincadas pesquisas, Goudsmit descubrió algo verdaderamente asombroso, los alemanes no habían logrado en verdad avance alguno de importancia en el aspecto nuclear ni habían alcanzado siquiera a construir una pila atómica utilizable, su concepción de la bomba nuclear era la de arrojar la pila entera sobre un blanco enemigo, y menos aún se les había ocurrido emplear la pila para obtener plutonio y juntar lo suficiente como para formar la carga capaz de iniciar una reacción en cadena.

Goudsmit atribuye el fracaso alemán a varias causas, entre ellas, la expulsión de Alemania de físicos judíos de gran jerarquía, incluyendo desde luego a Albert Einstein; su desconfianza acerca de la teoría de la relatividad, considerada ciencia “no aria” por los grandes jefes nazis; su endiosamiento del único físico importante que les quedaba, Werner Heisenberg, poco versado en física práctica; los esfuerzos vanos de la camarilla nazi por desarrollar teorías demenciales y pseudocientíficas, como por ejemplo la idea que tenían de que dos rayos infrarrojos que se intersectasen podrían hacer detonar la carga explosiva de un avión enemigo, y lo más importante, la ubicación de políticos ignorantes y supersticiosos en posiciones de autoridad científica.

Hermann Goering fue quien encabezó el esfuerzo para desarrollar una ciencia nazi, y con este fin nombró a un politicastro del partido nacionalsocialista, apellidado Osenberg, como gran organizador de la técnica bélica. Osenberg quiso crear un gran directorio y un equipo de científicos germanos, pero como era miembro de la Gestapo aplicó en su selección e integración de equipos sólo criterios de índole política. Emplearía nada más a investigadores confiables, desechando a médicos eminentes, como Sauerbrach, o el fi-

sico Genter, acusados de tener tendencias democráticas; saqueó a las universidades, quitándoles los pocos científicos que les quedaban después de las grandes purgas académicas de 1933 y 1934; retiró investigadores de la fuerza aérea y del ejército, donde hacían una labor práctica, útil a la causa germana, y construyó un imperio burocrático, paralizado por el papeleo y dedicado a investigar trivialidades o las supercherías favoritas de los grandes líderes nazis. Osenberg entró en conflicto violento con todos los demás organismos del Estado alemán y se dedicó a importunarlos con una serie de memorandos sin sentido y con informes de investigaciones inexistentes.

A este demente se le encargó el desarrollo de varias “armas de la venganza” para atacar la ciudad de Londres, pero lo más que logró fue una especie de escopeta gigante de varias etapas, que supuestamente lanzaría a través del Canal de la Mancha una serie de poderosas cargas explosivas, y aunque se demostró que ello resultaba impracticable, Osenberg mantuvo gente trabajando en este proyecto hasta el final. El ejército y la fuerza aérea lograron dejar fuera de la influencia del gran charlatán sus propios proyectos exitosos de cohetes, como los V1 y V2, y también los del desarrollo de los aviones de propulsión a chorro, lo que en verdad causó la furia de Osenberg. No obstante, ya a finales de 1944, Goering presionó para que éste tuviera el control absoluto de toda la investigación de guerra, y con tal propósito se creó un organismo que le daría acceso a todos los recursos e instalaciones del ejército y la aviación. Sin embargo, ya era muy tarde para cualquier cosa. El avance aliado y los bombardeos impidieron que el plan de Osenberg se materializara y el presunto “zar” de la ciencia alemana fue capturado por los estadounidenses en abril de 1945. Como casi todos los nazis, él se portó humilde y cooperador con sus captores, pues en apariencia esperaba que los americanos le encargaran la reconstrucción de Alemania después de la guerra. Con placer, este asno pomposo les entregó todos sus archivos a los vencedores, quienes al examinarlos no podían creer lo que sus ojos veían: nada menos que la colección más grande de basura pseudocientífica de la historia.

Pero los nazis hicieron otro tipo de ciencia. Si bien la

Gestapo de Himmler sostenía un departamento cultural, las temibles SS, o guardias de élite, presumían de contar con toda una academia. El principal interés “científico” de las SS era la historia germánica antigua y por ello Himmler había fundado, en 1935, la Academia del Legado Ancestral, a cargo de la cual puso a un par de sicópatas, el doctor Walter Wust y el coronel de las SS, Wolfram Sievers, cuyo objetivo era demostrar científicamente la grandeza del linaje teutónico, así como la idea de probar que la ideología nazi descendía en forma directa de la antigua cultura teutónica; así, establecieron divisiones para el estudio de los mitos, la genealogía, el origen de los apellidos, la investigación sobre heráldica y sobre el folclor. También se dedicó esta academia a investigar diversas pseudociencias, como la rabdomancia –localización de agua mágicamente con una horquilla– o los misterios de lo oculto y sobre todo la notoria Teoría Universal del Hielo, de Hans Hörbiger, favorita de Hitler, según la cual todos los astros y planetas están formados de hielo. Para el estudio de esta curiosa superchería se intentó reclutar al mismo Heisenberg, el cual se presume que declinó con el mayor tacto posible.

La academia también se dedicaba a investigar otros trascendentes asuntos, como la idea del Führer de que la crudeza del invierno se podía predecir al observar la profundidad bajo tierra a la que se desarrollaban las cebollas tiernas, o bien los métodos de tejer la lana de los antiguos vikingos, y asimismo condujo los criminales estudios de supervivencia, a cargo del doctor Rascher, en el campo de concentración de Dachau.

El fanatismo, la ignorancia y el fascismo sólo producen monstruos en el campo científico, y de ello es magnífico testimonio el trabajo de Samuel Goudsmit. 🌀

## Referencias

- Martin Gardner. *The Sacred Beetle*, Prometheus Books, Buffalo N.Y., 1984.
- Samuel A. Goudsmit. *ALSOS: The Failure of German Science*, Tomash, 1983.

## Ezequiel Ordóñez. I. Vida y obra (1867-1950)

JOSE LUGO HUBP



- R. Rubínovich, M. Lozano y H. Mendoza. *Ezequiel Ordóñez*.  
 I. *Vida y obra* (1867-1950), 1998, 315 p.  
 — (compilación). *Ezequiel Ordóñez. Obra científica* (II a V).  
 II (1889-1898), 1995, 573 p.  
 III (1899-1904), 1996, 459 p.  
 IV (1905-1931), 1996, 489 p.  
 V (1932-1947), 1996, 367 p. y 63 p. de ilustraciones.  
 El Colegio Nacional, México.

Quien ha leído alguno de los numerosos trabajos que publicó Ezequiel Ordóñez entre 1889 y 1994 sabe lo importante que es hundirse en el pasado para entender el presente. Muchos de sus artículos de carácter geológico se siguen consultando y citando y, como es natural, se enriquecen y corrigen. A Ordóñez se le lee con facilidad y gusto, pues tuvo la virtud de escribir de manera correcta y amena, aplicando la lógica y la resolución del orden en la resolución del problema y dejando claro en el lector el proceso en su conjunto, desde la manera de abordarlo hasta las conclusiones.

En su prolongada vida académica de más de 50 años dejó una enorme riqueza, consistente en publicaciones sobre el país, sus grandes regiones y provincias, los altos volcanes y los grupos de conos jóvenes del paralelo 19°, los yacimientos minerales y el petróleo. Pero su obra fue más allá de la geología e incursionó en la arqueología, la geografía y alguna otra disciplina.

Difícil es para el estudioso consultar a Ordóñez en revistas que nunca estarán completas en biblioteca alguna. Esto hace más que meritorio el trabajo de Raúl Rubino-



vich, María Lozano y Héctor Mendoza Vargas, quienes compilaron la obra del geólogo mexicano más importante en cinco volúmenes, editada por El Colegio Nacional, del cual fue uno de sus miembros. El primer volumen contiene la biografía escrita por los compiladores, apoyados en documentos del archivo personal, y en el contacto con los descendientes que fueron cercanos a don Ezequiel, pero también incluyen un artículo sobre la geología entre Acapulco y Veracruz, que se da a conocer por primera vez. Comentarios certeros hay en el prólogo de Francisco Bolívar Zapata y en el prefacio de Ruy Pérez Tamayo, ambos miembros de El Colegio Nacional.

Los cuatro tomos restantes (II a V) constituyen la obra científica en sí, mismos en los que se reproducen publicaciones de la Sociedad Científica Antonio Alzate, del Instituto Geológico de México, la Sociedad Geológica Mexicana, la *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura*, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, y de varias otras nacionales y extranjeras. Son 112 trabajos, en su mayoría sobre geología de México, de fines del siglo XIX y hasta la primera mitad del XX –como la actividad del volcán Parícutín. Sería mucho más completa si se

tuviera una edición similar de José Guadalupe Aguilera y los trabajos publicados sobre el país de E. Böse, E. Wittich y P. Waitz, poco más o menos, lo fundamental que se ha escrito en la primera mitad del siglo XX.

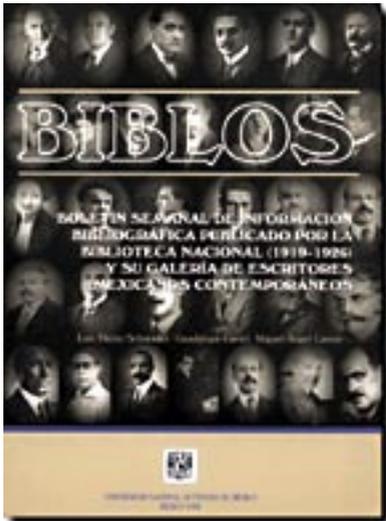
De Ezequiel Ordóñez hay enseñanzas no sólo en cuanto a sus explicaciones del relieve terrestre, las rocas y los yacimientos minerales, sino también en cuanto al uso del idioma, claro y preciso, un estilo también de otra época, donde no es fácil encontrar las construcciones tortuosas y rebuscadas, algo que resulta frecuente en nuestros días.

Ordóñez, estudioso de México, fue nacionalista, arqueólogo por afición y, como tal, prefirió utilizar los nombres originales de los grandes volcanes que se han ido olvidando: Xinantécatl, Matlacuéyatl, Nauhcampatépetl y Citlaltépetl.

Es de recomendar la edición de otras antologías que lo mismo pueden recoger la obra completa de un autor, que lo más importante publicado en una revista científica, como las antes mencionadas; son lecturas necesarias para quienes tienen que ver con las ciencias de la Tierra, desde estudiantes de bachillerato, licenciatura y posgrado, hasta los niveles más altos. ●

## Biblos. Boletín semanal de información bibliográfica

MARIA DE LOURDES FRANCO



*Biblos. Boletín semanal de información bibliográfica publicado por la Biblioteca Nacional (1919-1926) y su galería de escritores mexicanos contemporáneos.* Índices, recopilación y edición de Luis Mario Schneider, Guadalupe Curiel y Miguel Ángel Castro. Estudio preliminar de Luis Mario Schneider, México, UNAM, 1999, 731 p.

Toda tarea filológica es un acto de restitución moral mediante el cual el investigador paciente devuelve a la sociedad una parte importante de su propio patrimonio cultural; con su labor, el filólogo contribuye de manera sustancial a la conservación de la memoria colectiva.

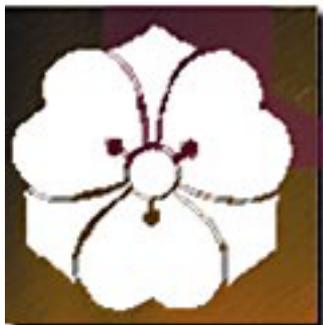
Para entender el presente y para construir el futuro es imprescindible el cabal conocimiento del pasado, y nada mejor para conocer ese pasado que desempolvar publicaciones periódicas, en las cuales late con frescura sin igual el pulso de los tiempos. Una publicación periódica marca el gusto de su época, así como sus transiciones ideológicas, estilísticas y morales; sus rebeldías y sus banderas; sus diatribas y sus alianzas.

Tal es el caso del libro que ahora reseñamos. Se trata de un índice de la revista *Biblos* que incluye, como parte fundamental del volumen, la colección de biografías de escritores que fueron apareciendo a lo largo de sus páginas. *Biblos*, boletín semanal de la Biblioteca Nacional, se publicó de 1919 a 1926, y sus treinta y nueve primeros números llevaron el nombre de *Biblios*. Se trata de una publicación de contenido misceláneo, en la que destacan, sin embargo, los temas relacionados con el libro como objeto físico, el trabajo bibliográfico, la historia de las bibliotecas como recintos de historia y de cultura a lo largo de todos los tiempos y, desde luego, la presencia constante de biografías de escritores que constituyen uno de sus atri-

butos más importantes. Más que biografías son pequeños ensayos, pues en ellas, además de la amplia información biobibliográfica, hay juicios valorativos muy dignos de tomarse en cuenta para reconstruir nuestra historiografía literaria, pues incluye en cada caso la fotografía del autor, lo que conforma, además, un verdadero tesoro iconográfico.

Las biografías de esta obra son el testimonio fehaciente del quehacer literario mexicano, no sólo el de las grandes cumbres de nuestras letras, sino también el de aquellos que no han tenido el privilegio ni siquiera de figurar en los manuales de literatura. En las páginas de *Biblos* conviven armónicamente las referencias biobibliográficas de escritores pertenecientes a distintas generaciones literarias; así, junto a los poetas pertenecientes a la Arcadia se encuentran los modernistas; la generación del Ateneo comparte espacios con autores como List Arzubide, estri-dentista, más la presencia inequívoca de dos, por entonces jóvenes y prometedores poetas, Salvador Novo y Jaime Torres Bodet, quienes poco tiempo después formarían parte de la generación de forajidos, generación de soledades, reunidos en torno a la revista *Ulises*, primero, y *Contemporáneos*, después, aunque no sólo están representados los poetas, novelistas o dramaturgos, pues asimismo están presentes los historiógrafos de nuestras letras como Carlos González Peña y Francisco Monterde. El ejercicio periodístico aparece representado por hombres de la talla de Rafael Reyes Espíndola y Carlos Noriega Hope, y la literatura escrita por mujeres tiene también un lugar en el recuento biobibliográfico de *Biblos*, con Laura Méndez de Cuenca, María Enriqueta Camarillo Roa de Pereyra, Teresa Farías de Isassi, Alba Herrera y Ogazón y Esperanza Velázquez Bringas; entre los músicos, se incluye en la nómina a Manuel M. Ponce y Julián Carrillo. Basten como una simple muestra todos estos nombres tomados al azar para ilustrar la riqueza de esta obra.

La posibilidad del viaje a través de las páginas de una revista ya tan mítica por inasequible, como lo es *Biblos*, ha sido posible gracias a la edición del volumen que recoge el índice general y su galería de escritores, realizado por Luis Mario Schneider, Miguel Angel Castro y Guadalupe



Curiel. El interés por rescatar tesoros yacientes en los fondos de las bibliotecas, que animó la existencia de Luis Mario, ha rendido un fruto más, como todos los que salieron de sus manos, indispensable para reconstruir nuestro mapa historiográfico. *Biblos* era –dice Luis Mario Schneider en su estudio preliminar– “una revista encomiable, desprendida, que afirmó la ideología y la mística de la mayor institución bibliográfica de nuestro país mexicano”.

Este volumen restituye el principio que dio origen a la empresa iniciada por Agustín García Figueroa en 1919: dar al libro y a quien lo escribe la difusión que se merece una tarea de tal envergadura. En un mundo caracterizado por el pragmatismo, en una sociedad de consumo, donde los bienes culturales se sujetan a los caprichos de la moda, tanto la empresa original de *Biblos* como el rescate que hicieron de ella los investigadores comprometidos en el proyecto, son en realidad una cruzada heroica que permite conservar la esperanza de que en el tercer milenio los bienes de la cultura seguirán siendo, como escribió al frente de su biblioteca el rey Osymandias, una medicina para el espíritu. ●

## Primer Congreso de Responsables de Geociencias y del Medio Ambiente

La participación de las empresas constructoras es determinante para disminuir el riesgo sísmico, afirmó Cinna Lomnitz, investigador del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien agregó que las construcciones deben hacerse con materiales más resistentes, pero sobre todo más livianos, para evitar que el desplazamiento generado por el movimiento de las ondas sísmicas pueda crear una resonancia que las colapse.

Al intervenir en el Primer Congreso de Responsables de Geociencias y del Medio Ambiente, organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Lomnitz dijo que es indispensable amortiguar la fuerza que se genera en el vaivén de las estructuras, y explicó que los edificios necesitan contar con amortiguadores similares a los de los automóviles, que les impidan moverse en exceso y al mismo tiempo les resten rigidez; asimismo expuso que los edificios no necesariamente tienen que ser demolidos para disminuir el riesgo, sino que basta con adaptarles mecanismos que amortigüen el movimiento sísmico. Citó como ejemplo de la actual tendencia en construcción la nueva Torre Chapultepec que, con sus 57 pisos, será una de las más altas de Latinoamérica y contará con 96 amortiguadores esquinados a todo lo alto, y cuya estructura será de acero más leve que el convencional.

Por otra parte, Cinna Lomnitz mencionó que después de analizar los datos de los terremotos de 1985 se pudo observar que la explosión demográfica, fenómeno mundial que se agudizó en México a partir de 1950 con la migración hacia las ciudades y fue agotando el espacio habitable, propició que se levantaran construcciones en zonas con alto riesgo sísmico, como son las del antiguo lago y las zonas cavernosas de la capital del país: “El

riesgo radica en que esas zonas transmiten más efectivamente las ondas sísmicas (casi como lo haría el agua) a diferencia de los lugares donde el suelo es duro, que amortiguan de manera natural el fenómeno”, afirmó Lomnitz.

Marcial Bonilla, en representación del director general del Conacyt, inauguró el Congreso al que asistieron más de 100 responsables de proyectos de investigación de geociencias y medio ambiente. Además, se llevó a cabo la conferencia magistral Respuesta sísmica del valle de México: observaciones y modelos, con la participación de Francisco Sánchez Sesma, director del Instituto de Ingeniería de la UNAM, donde investigaciones financiadas por el Conacyt revelaron que el suelo del valle de México responde de manera diferencial ante un sismo, llegándose a registrar, en ciertos casos, una ampliación del fenómeno, que magnifica sus efectos.

Francisco Sánchez Sesma, pionero en el modelado magnético de valles, y responsable del proyecto denominado Respuesta sísmica del valle de México, aseguró que los avances en la investigación del comportamiento diferencial que tienen los “suelos blandos”, en los que está asentada la mayor parte de la ciudad de México, coadyuvarán al entendimiento, prevención y disminución de los efectos sísmicos. Asimismo, el especialista en sismología comentó que mediante una amplia red de monitoreo, que contiene más de 200 estaciones acelerométricas (instrumentos de medición que se entierran a un metro y medio bajo el suelo y que miden, entre otras cosas, las longitudes de ondas sísmicas), se ha logrado obtener una visión más clara al detectar gran diversidad en el comportamiento de dichas ondas sísmicas.

Sánchez Sesma –también Premio Nacional de Ciencias 1996– explicó que los efectos devastadores que produjo el sismo de Michoacán

en septiembre de 1985 en la ciudad de México, situada a 400 kilómetros de la zona del epicentro, mostraron la necesidad de contar con métodos fidedignos para la predicción de los movimientos sísmicos del suelo del valle de México, y explicó que en aquellos días no se contaba con suficiente información –como la arrojada recientemente a partir del conocimiento de los efectos de fuente, trayecto y sitio– sobre la distribución de los daños, las amplitudes de los movimientos en la zona lacustre, así como la enorme duración del movimiento, en ciertos casos y sitios, factores ligados al comportamiento diferencial que tienen las ondas sísmicas en los tres tipos de suelo con que cuenta el valle de México –terreno firme, zonas de transición, y lago de la cuenca.

Sánchez Sesma dijo que tales características del suelo y del subsuelo se deben a la desecación que sufrió el valle de México a partir de la época de la Colonia, cuando la demografía local exigió mayor terreno para construir viviendas, por lo que subsecuentemente se fue drenando y rellenando, favoreciendo así la creación de lo que ahora se denomina “suelo blando”, cuya principal característica es la de conducir y amplificar las ondas sísmicas.

Además, de acuerdo con registros obtenidos en la UNAM desde hace 30 años, se han podido construir escenarios y mapas de intensidad sísmica, los cuales ilustran que los temblores de orígenes diversos producen diferentes escenarios de amenaza sísmica y estimó que, al parecer y basándose en estos estudios, el sismo más destructivo para las estructuras de la ciudad de México en un futuro próximo provendría de las costas de Guerrero, por lo que resaltó la importancia de que se destinen más recursos para la investigación sismológica, que derive en mejor preparación ante un evento de esta naturaleza. 

## Presentación de un libro sobre Luis I. Rodríguez

El Colegio de México presentó el libro *Misión de Luis I. Rodríguez en Francia. La protección de los refugiados españoles, julio a diciembre de 1940*, coeditado por esta institución, la Secretaría de Relaciones Exteriores y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Como su nombre lo indica, este ejemplar nos presenta una etapa cruel y difícil en la historia del mundo, la Guerra Civil española y la segunda Guerra Mundial, periodo durante el cual Luis I. Rodríguez, quien se desempeñaba como embajador de nuestro país en Francia, acogió a los españoles exiliados en la sede mexicana. El libro fue escrito por él mismo, y más que exaltar su propia labor, quería hacer un registro de las personas que fueron ayudadas por el gobierno de Lázaro Cárdenas a lo largo del

conflicto armado en España y Europa en general, así como en su llegada a nuevas tierras.

De acuerdo con su hijo, Luis Dantón Rodríguez, quien se desempeña como coordinador del Foro Nacional de Legisladores, su padre llevó hasta sus últimas consecuencias la misión que le encomendó Cárdenas para proporcionar ayuda humanitaria en todos sentidos, y a las personas que, por cuestiones bélicas, emigraron de sus países de origen.

El libro fue compilado por el investigador emérito de El Colegio de México, Rafael Segovia, quien narra también, por medio de testimonios de las personas que se refugiaron en nuestro país, cómo Luis I. Rodríguez acogió en su propia casa a varios de quienes huyeron del gobierno de Francisco Franco. 🌐

## Infonavit y Conacyt suscriben convenio para mejorar la calidad de la vivienda de interés social

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) firmaron un convenio de colaboración, tendiente a mejorar la calidad de las casas de interés social que ofrece dicho Instituto. Con la firma de este convenio se establece que el Sistema SEP-Conacyt, por intermedio de los 28 centros de investigación que lo conforman, aportará al Infonavit investigación tecnológica, de desarrollo urbano y de preservación del ambiente, con objeto de contribuir al incremento de la calidad de las viviendas que éste financia.

Carlos Bazdresch, director general del Conacyt, y Luis de Pablo, director general del Infonavit, suscribieron el documento en una ceremonia que tuvo lugar en las oficinas centrales del Instituto. En su intervención, Bazdresch, en su calidad de coordinador del

Sistema SEP-Conacyt, afirmó que la ciencia y la tecnología deben contribuir a elevar el nivel de vida de la población, así como proponer soluciones para resolver los diversos problemas que afectan la calidad de vida de la misma, por lo que la firma del presente convenio será de gran beneficio y congruencia social, y agregó que “el presente convenio, enmarcado en lo previsto por la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, aprobada el año pasado, implica un trabajo interinstitucional que contribuirá a que el conocimiento generado en los centros del Sistema SEP-Conacyt, favorezca, mediante el Infonavit, la construcción de viviendas de interés social de mejor nivel que las ya existentes”.

El licenciado Bazdresch sostuvo que este convenio permitirá transferir los resultados de

los estudios realizados en dichos centros, sobre temas tan diversos como la protección ambiental, el control de contaminantes, la evaluación y el manejo de recursos naturales, el desarrollo de materiales, la modernización administrativa, los tejidos sociales y económicos, además de llevar a cabo investigación, capacitación y difusión en materia de desarrollo urbano, así como en sistemas y materiales de construcción, aplicados al desarrollo de viviendas que adquieran trabajadores derechohabientes del Infonavit.

Por su parte, Luis de Pablo comentó que uno de los objetivos del Instituto ha sido el de mejorar la calidad de las casas que financia, y que gracias a la firma del presente convenio, la autoridad moral y el conocimiento del Sistema SEP-Conacyt dará mayor certificación al esfuerzo realizado por el Infonavit. 🌐

## Encuentro Nacional de Divulgación Científica

Del 21 al 24 de marzo, en el Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS), se llevó a cabo el Encuentro Nacional de Divulgación Científica, organizado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), y el Consejo Estatal de Divulgación Científica y Tecnológica de dicho estado.

Esta reunión se llevó a cabo con los propósitos de reflexionar acerca de la importancia de la divulgación científica, ampliar la práctica de esta actividad en el país y examinar su impacto en nuestra sociedad.

El encuentro se produjo en el marco de los 50 años de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y los 25 años de la revista *Ciencia y Desarrollo*, del Conacyt.

La ceremonia de inauguración fue encabezada por el ingeniero José Antonio Malacón Díaz, secretario de Educación y Cultura del Estado, quien, con la representación del gobernador de la entidad, Juan S. Millán, dijo que “se debe ubicar a la ciencia no como el final del camino, sino como el punto de partida hacia lo inexplorado, sin olvidar su esencia social y su relación intrínseca con el entorno.”

A su vez, la directora adjunta de Asuntos Internacionales y Becas del Conacyt, Claudia González Brambila, señaló que “en los últimos años se han multiplicado los espacios de difusión de la ciencia y la tecnología, y los medios de comunicación avanzan a grandes pasos, lo cual abre una amplia perspectiva para la divulgación.”

Ante más de 250 investigadores, docentes y funcionarios de instituciones académicas reunidos en el Auditorio de Centro de Ciencias de Sinaloa, González Brambila, quien acudió con la representación del director general del

Conacyt, licenciado Carlos Bazdresch, agregó que si a fines del siglo XIX los medios de comunicación requerían del mínimo de conocimientos para ejercer una influencia importante, a mediados del siglo XX la radio, la cinematografía y la televisión hacían innecesarios los elementos culturales básicos.

Destacó además que “la divulgación científica tiene como lugar de origen las aulas del sistema docente, partiendo de aquellas en las cuales se desarrolla la enseñanza elemental; es una tarea fruto de la visión del Constituyente y refrendada de manera sistemática por las diferentes generaciones de mexicanos desde el siglo pasado.”

Por su parte, el rector de la Universidad de Occidente, licenciado Vicente López Portillo, señaló que este encuentro tendrá conclusiones provechosas para las universidades y la sociedad mexicana, porque el conocimiento y la tecnología muestran nacional e internacionalmente un crecimiento acelerado, y su aplicación resulta determinante para el país; sin embargo, precisó que en estas materias las universidades deben modernizar la oferta y los procesos formativos para ser en efecto competitivos y útiles.

A su vez, la secretaria académica de la ANUIES, María Dolores Sánchez, presentó los resultados del Programa Nacional de Extensión de la Cultura y los Servicios 1999, elaborado por esta institución y en el cual se determinó la necesidad de ideas innovadoras para difundir la ciencia y la tecnología, lo cual implica nuevos mensajes, mayor impacto social por medio de la colaboración interinstitucional, y trabajo en redes, lo que permitirá obtener mayor reconocimiento social a dicha labor.

En el Encuentro destacó la presencia de distinguidos especialistas en materia de divulgación, entre ellos, Michael Smith,

presidente de la Asociación Canadiense de Periodistas Científicos, quien presentó la conferencia La divulgación científica y los medios de comunicación social; Manuel Calvo, presidente de la Asociación Española de Periodismo Científico, cuya intervención trató sobre Medios alternos y organizaciones para la divulgación de la ciencia; Julián Betancourt, secretario ejecutivo de la Red Latinoamericana de Popularización de la Ciencia, quien habló de La formación del divulgador científico, y Jorge Flores, director del Centro de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien se ocupó del tema de La Problemática de la divulgación científica en las instituciones de educación superior.

En el marco del Encuentro se rindió homenaje a la trayectoria del ingeniero José Antonio Ruiz de la Herrán. En una ceremonia realizada con tal propósito, el ingeniero De la Herrán señaló que para que cualquier país pueda desarrollar su propia producción científica debe tener una infraestructura tecnológica profesional. Agregó que “mediante la divulgación de la ciencia y la técnica llegaremos a ser autosuficientes y capaces de producir lo necesario para no depender del todo de lo que se hace en otras regiones del planeta”.

Rafael Valdez Aguilar, Premio Estatal de Ciencia y Tecnología, presentó la semblanza de Ruiz de la Herrán y dijo que México enfrenta la imperiosa necesidad de avanzar en su proceso de desarrollo económico y social, y en ese proceso la ciencia y la tecnología deben contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, acrecentar el nivel educativo y cultural, y crear mayores oportunidades de empleo y planificación de los recursos.

“La divulgación –añadió– debe ser vinculada estrechamente con las capacidades productivas del país; dicha actividad habrá de

## Premio México de Ciencia y Tecnología

constituir una conciencia colectiva y contribuir a la recuperación y valoración de los conocimientos propios". Asimismo, definió a Ruiz de la Herrán como un mexicano ilustre, un científico destacado, y una persona que ha hecho mucho por el país mediante la ciencia, la tecnología y la divulgación.

Ruiz de la Herrán nació en 1925, y desde los 12 años manifestó su interés por la ciencia, al elaborar su primer telescopio reflector. En 1947 instaló la primera estación de radio en frecuencia modulada del país, la XEQFM, y colaboró con el diseño de las radiodifusoras XEW y XEWA; en 1948 construyó dos cámaras de televisión con orticón de imagen, y a partir de 1950, como director de Telesistema Mexicano, instaló la XEWTV. En 1970, construyó para el Instituto de Astronomía de la UNAM, el telescopio de San Pedro Mártir, en Baja California; en 1981 dirigió la revista *Información Científica y Tecnológica*, y dos años después recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes en el área de diseño. Actualmente colabora con la revista *Ciencia y Desarrollo*, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, nivel tres, y forma parte del equipo de construcción del Gran Telescopio Milimétrico.

Las conclusiones del Encuentro fueron agrupadas en un documento llamado declaración de Sinaloa. Entre otras resoluciones, se acordó crear una Red Nacional de Divulgación Científica y/o redes regionales, ya que se coincidió en que se pueden conseguir mejores resultados con el trabajo de grupo que en forma aislada. Asimismo, se consideró que el organismo propuesto podrá coordinar tanto la actividad de las instituciones de la sociedad civil, creadas para la divulgación de la ciencia y la tecnología, como la de los centros de enseñanza superior y de las dependencias gubernamentales que tienen estas mismas funciones.

Los participantes consideraron también necesaria la creación de talleres de formación de divulgadores en ciencia y tecnología, y que se fomente el interés en los jóvenes por dichas

El presidente Ernesto Zedillo entregó el Premio México de Ciencia y Tecnología al brasileño Sergio Henrique Ferreira, entre cuyos logros está el de haber identificado una sustancia en el interior del veneno de la serpiente sudamericana llamada *Bothrops jaracara*, que tiene un enorme efecto para disminuir la presión arterial. A partir de ese trabajo se diseñó, sintetizó y comercializó una familia de fármacos que inhiben la acción de la enzima convertidora de la bradicinina, lográndose así el control de la hipertensión arterial y reduciendo las graves consecuencias sobre la salud humana.

Sergio Henrique Ferreira tiene muy clara la trascendencia de sus hallazgos científicos, pero también abogó a favor de la ciencia básica, a la que, dijo, las sociedades difícilmente le reconocen y dan su justo valor. Pero hoy, recalcó, los países que detentan la ciencia son dueños de tecnología de punta y dirigen el mercado mundial; asimismo destacó la importancia de que "nuestros industriales entiendan que la inversión en desarrollo innovador es la llave del futuro", y de tal modo, el futuro de la ciencia en nuestros países depende de "cómo el gobierno consiga educar a su industria, para saber aprovechar las cosas que la Universidad hace, pues la ciencia hay que

materias, mediante el trabajo conjunto con los museos interactivos.

Al efecto, se llevaron a cabo cuatro mesas de trabajo: La problemática de la divulgación científica en las instituciones de educación superior, La divulgación científica en los medios de comunicación, Los medios alternos y las organizaciones para la divulgación de la ciencia, y La formación del divulgador científico, en las cuales participaron 64 ponentes, y se contó con la presencia de 205 asistentes y cuatro destacados conferencistas magistrales, especializados en la divulgación de la ciencia y la tecnología.

Hicieron la presentación temática de las

volverla útil", dijo el destacado científico.

Este premio, que se otorga a científicos de América Latina, Iberoamérica y el Caribe y que estuvo suspendido en 1995 y 1996, años que corresponden al periodo de la crisis financiera mexicana, consiste en una medalla de oro, diploma y una aportación de 35 mil dólares.

Carlos Larralde, miembro del jurado que otorgó el premio por decisión unánime, hizo la siguiente observación: "Muchos de nosotros consumimos algún fármaco elaborado a partir de las patentes de Ferreira, pues también ha investigado fórmulas para abatir las inflamaciones y el dolor; además –continuó– ser un brillante científico en el laboratorio no basta, ya que Ferreira logró establecer contacto con una empresa capaz de transformar sus hallazgos en un bien de consumo al alcance de todo el mundo."

Por último, el presidente Zedillo alentó a la comunidad científica y tecnológica del país a participar en la Iniciativa de Ciencia para el Milenio, que consiste en la construcción de una red mundial de investigación, en la cual las instituciones que se integren podrán recibir apoyo y asesoría de una organización de instituciones académicas, encabezadas por el Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Princeton. ●

mesas anteriormente señaladas, Alexandra Sapovalova, presidenta de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica; Javier Flores, secretario técnico del Programa Universitario de Investigación en Salud, de la UNAM; Fausto Burgueño, director del Centro de Ciencias de Sinaloa, y Carlos Enrique Orozco, coordinador de la maestría en comunicación, con la especialidad en difusión de la ciencia y la cultura, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

El Encuentro tuvo como sedes, además del CCS, la Universidad de Occidente y la Universidad Autónoma de Sinaloa. ●

## IX Foro Tecnológico

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi) organiza el IX Foro Tecnológico, que se celebrará del 20 al 22 del próximo mes de junio. Dicho foro consiste en una exposición en donde los centros e institutos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, los organismos de apoyo y las empresas de *software* y automatización, que normalmente atienden a las pequeñas y medianas empresas, exhiben sus especialidades, refuerzan el contacto con los clientes habituales y, lo más importante, dan asesoría mediante la elaboración de un proyecto específico, ofrecen capacitación, e inclusive apoyan con financiamiento el desarrollo de nuevas tecnologías.

El evento estará dirigido a empresarios de los sectores industrial, comercial, agropecuario, minero y de servicios que se enfrenten a problemas tecnológicos o tengan requerimientos de innovación en tecnología en procesos de producción, diseño, transporte, empaque y embalaje, entre otros. Así, en el IX Foro Tecnológico los participantes expondrán diversos sistemas que permitirán apoyar el incremento de la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas.

El Foro Tecnológico es un programa más que la Secofi, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Banco de Comercio Exterior, el Instituto Politécnico Nacional y muchas otras organizaciones han llevado a cabo para apoyar de manera decidida la modernización tecnológica y la competitividad de las empresas del país. Los resultados de estos foros, que se celebran desde 1995, aseguran el éxito de la estrategia de promoción del desarrollo tecnológico, concebida como herramienta de apoyo que garantiza mayor competitividad y productividad en las pequeñas y medianas empresas, a fin de que se integren con éxito a los mercados nacionales y del extranjero.

## Alimentar con ciencia

Por primera vez en México, una empresa privada destinará fondos para la investigación científica en el área de tecnología de alimentos y nutrición humana. Omniflife, cuyo presidente es Jorge Vergara, lanza el Primer Programa de Apoyo a la Investigación Científica, como fruto del proyecto de vinculación con las empresas, efectuado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Alimentar con ciencia es el nombre del programa que convoca a la comunidad científica, especializada en nutrición humana y tecnología de los alimentos, para concursar con sus proyectos, a los cuales se han asignado 15 millones de pesos a fin de repartirlos en diferentes categorías.

Carlos Bazdresch, director general del Conacyt, mencionó que esta iniciativa patrocinada por su dependencia y por la empresa tapatía que congrega más de 17 compañías, entre ellas Omniflife, resulta una novedad en el sector, afirmando que: "Un hecho importante es que además de que es posible obtener conocimiento, se puede lograr gran rentabilidad de la investigación científica. Jorge Vergara, presidente de Omniflife, ha entendido esto y ha abierto la iniciativa como un experimento que si tiene éxito constituirá un antecedente muy importante en el desarrollo productivo del país", manifestó Bazdresch, quien añadió: "Es muy satisfactorio que dicha empresa mexicana haya confiado en la comunidad científica y se espera que otros empresarios sigan el ejemplo."

Bazdresch anunció que el Conacyt –organismo que prestó su apoyo con la logística de la convocatoria y puso en contacto a

A la fecha se han efectuado ocho foros tecnológicos, cuatro en el Distrito Federal y cuatro en el interior de la República, en los estados de Nuevo León, Jalisco, Puebla y Michoacán, y sus resultados globales son 25 mil visitantes, la participación de 520 centros e



los investigadores y a las instituciones con los convocantes– aportará cinco millones de pesos al fondo del concurso que originalmente era de 10 millones.

La selección de proyectos correrá a cargo de un Comité de Evaluación, creado de manera especial para el programa, el que quedará bajo la dirección de Eduardo Bárzana. El grupo multidisciplinario que seleccionará los proyectos está integrado por el Instituto Nacional de Nutrición, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad de San Luis Potosí, entre otras instituciones: "Es un comité amplio representado por muy diversas personalidades de gran trayectoria, que garantizan la seriedad y el nivel de la convocatoria", dijo Bárzana, maestro de la Facultad de Química de la UNAM.

Carlos Ríos, coordinador editorial del corporativo jalisciense, en representación de Vergara, afirmó que es muy importante lograr el bienestar y la salud de las personas, y que el principal propósito de este programa es incentivar estudios serios en el área alimenticia, ya que "no puede haber un país mejor, sano y desarrollado, si sus habitantes no están bien nutridos y alimentados, porque apostamos a un futuro mejor", aseguró. 🌐

institutos de investigación de todo el país, la asistencia de 44 empresas de robótica y automatización, cerca de 50 mil consultas técnicas atendidas y más de 2 347 diagnósticos aplicados. 🌐

## Las figuras geométricas de los campos de trigo y cebada

Hace ya algún tiempo se publicó en los diversos medios masivos la aparición de círculos, rectángulos y otras formas geométricas en los campos de trigo y cebada de Inglaterra y los Estados Unidos. En un intento por acallar los rumores sobre el probable origen extraterrestre o extraterreno de estas figuras se dijo que eran hechas por vándalos, y mostraron a éstos en plena labor. Ahora, en un artículo científico, aparecido el año pasado en la revista *Physiologia Plantarum*, núm 105, cuyos autores son W.C. Levengood y Nancy P. Talbott, se aborda la cuestión después de varios años de estudios; los investigadores hicieron figuras siguiendo la técnica de los bárbaros, y realizaron

experimentos en campo para descartar que el gravitropismo de las plantas o la sobrefertilización fueran la causa del fenómeno; ninguna de estas razones se aproximaba a una explicación de las anomalías observadas, incluso las presentes en los tallos de las plantas que sufren este tipo de acamamiento.

Los autores echaron mano de la ley de Beer-Lambert para determinar cómo se da la absorción de energía, del tipo de las microondas, por parte de los vegetales, además de la teoría de la dinámica de fluidos para explicar la aparición de las figuras geométricas, y también de figuras que no presentan formas regulares y parecen no llamar la atención del gran público. Otras

formas de energía que tienen participación en el acame y la formación de figuras son el plasma iónico, los campos eléctricos, el campo magnético terrestre, los gradientes térmicos y restos de meteoritos que se han ionizado y poseen campo magnético.

Así pues, como los propios autores lo señalan, hay una explicación científica para este fenómeno, que, como consecuencia, deja de tener un origen misterioso, extraterrestre o vandálico, aunque debido al gran número de factores que intervienen se haga difícil su estudio, así como determinar qué tipo de figura puede formarse en un momento dado. **(Juan Carlos Raya Pérez)**

## Se presenta el periódico *Descubrir latinoamericano*

Presidentes de sociedades para el avance y progreso de la ciencia, investigadores, periodistas, académicos y legisladores de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela se reunieron por vez primera en nuestro país, con motivo de la presentación del periódico internacional *Descubrir latinoamericano*, medio de comunicación especializado en periodismo científico y divulgación de la ciencia, que tiene el objetivo de impulsar mayor cooperación e integración de América Latina en torno a las actividades científicas y tecnológicas que se producen en este ámbito.

Llevar los logros y avances del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico a los distintos sectores de la sociedad latinoamericana y coadyuvar a resolver los grandes rezagos que afrontamos se puede lograr sólo si existe mayor comprensión y vigilancia pública sobre la ciencia y la tecnología, coincidieron los asistentes, quienes presenciaron el nacimiento del nuevo medio con beneplácito por parte de la

comunidad científica. En el marco de la presentación se llevaron a cabo las mesas redondas El progreso de la ciencia en América Latina a través de sus organizaciones no gubernamentales; Inversión en investigación y desarrollo en empresas de América Latina; Periodismo científico en América Latina, y La acción ejecutiva y legislativa en ciencia y tecnología.

Este periódico, que se especializa en cuestiones científicas, es editado por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), mediante la colaboración de diversos organismos e instituciones de México y el extranjero, entre ellas el propio IPN, la Sociedad Mexicana para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología y la Academia de Ciencias de América Latina, así como la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, el Instituto Mexicano de Cooperación Internacional de la Secretaría de Relaciones Exteriores, la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia, el Consejo de



Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, el Comité Coordinador de Redes Científicas Latinoamericanas, la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia y la Asociación Mexicana de Comunicación y Periodismo Científico, entre otros.

El periódico circulará en los países de la región, con el propósito de fortalecer la integración y colaboración de sus comunidades científicas, así como para difundir y aclarar al público el quehacer que en ese campo llevan a cabo las naciones de América Latina, como medio para impulsar su desarrollo. **(José Luis Carrillo A.)**

## Premio Nacional de Divulgación Científica

Miguel Limón Rojas, secretario de Educación Pública, entregó el Premio Nacional de Divulgación Científica 1999 –instituido en memoria de Alejandra Jaidar– al doctor Juan José Rivaud Morayta, profesor del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por su labor como promotor del conocimiento y difusión de las matemáticas.

En el Salón Hispanoamericano de la Secretaría de Educación Pública (SEP), Limón Rojas subrayó que el gusto por indagar y descubrir nunca será menor al de compartir lo que se aprende y, con ello, realizar un bien mayor que tiene tanta importancia para un país como el nuestro. Además, aseguró a la comunidad científica, particularmente a los divulgadores de la ciencia, que la SEP seguirá poniendo a su alcance todos los medios de que dispone para que puedan realizar su trabajo.

Asimismo, los alentó a mantener la colaboración en áreas que competen a esta Secretaría donde, afirmó, su labor ha sido destacada, como es el caso de la elaboración de los libros de texto gratuitos y el empleo de la Red Satelital de Televisión Educativa (Edusat), rubro en el que se pueden desarrollar más proyectos a favor de la comunidad educativa, en cerca de 30 mil planteles que reciben la señal.

Durante la entrega del premio, Miguel Limón Rojas estuvo acompañado por los titulares del IPN, Diódoro Guerra Rodríguez; de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), José Luis Gázquez, y por Carlos Bazdresch, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), quien manifestó su congratulación al matemático Juan José Rivaud por el premio, otorgado en reconocimiento a su trayectoria profesional.

Juan José Rivaud Morayta estudió la licenciatura en matemáticas en la Facultad de

Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, la maestría en el Cinvestav del IPN, y el doctorado en la Northwestern University, de Illinois y más tarde realizó estudios posdoctorales en el Institute for Advanced Studies de la Universidad de Princeton, en Nueva Jersey, Estados Unidos. Actualmente es profesor titular “D” del Cinvestav, y coordinador de la sección de Metodología y Teoría de la Ciencia, así como miembro de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica. Ha dirigido varias tesis de licenciatura y doctorado, y en el campo editorial, ha publicado diversos artículos de matemáticas, educación y difusión, así como libros de texto, monografías especializadas y obras de matemáticas. Sus áreas de interés son el análisis diferencial y la educación y epistemología de las matemáticas. ●

## Conferencia sobre la Historia de la Ciencia en la República Popular China

En conferencia dictada en el Centro Cultural San Angel, Liu Dun, director del Instituto de Historia de la Ciencia, de la Academia de Ciencias de China, quien fue invitado por la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, A. C., afirmó que: “La práctica científica así como su estudio histórico no deben supeditarse a requerimientos utilitarios, porque se les resta objetividad.”

El connotado científico chino explicó que los estudios e investigaciones sobre la historia

de las milenarias tradiciones científicas y tecnológicas chinas se llevan a cabo de manera científica y sistemática desde principios del siglo XX, pero han sido documentados de manera ininterrumpida desde el año 841 antes de Cristo. El director del Instituto de Historia de la Ciencia de China aseveró que el conocimiento y la comprensión de los antecedentes científicos y tecnológicos de su cultura permitirán delinear el futuro, aprovechando el antiguo

legado y el avance de los descubrimientos actuales.

Además, dijo que las funciones del estudio de la historia de la ciencia y la tecnología no son las de trazar líneas de acción para seguirlas dogmáticamente, sino hacer propuestas y coadyuvar en el desarrollo de las nuevas corrientes científicas y tecnológicas. El objeto de esta disciplina es, en todo caso, el de conformar un parámetro en el que se finquen los descubrimientos y avances de los próximos siglos. ●

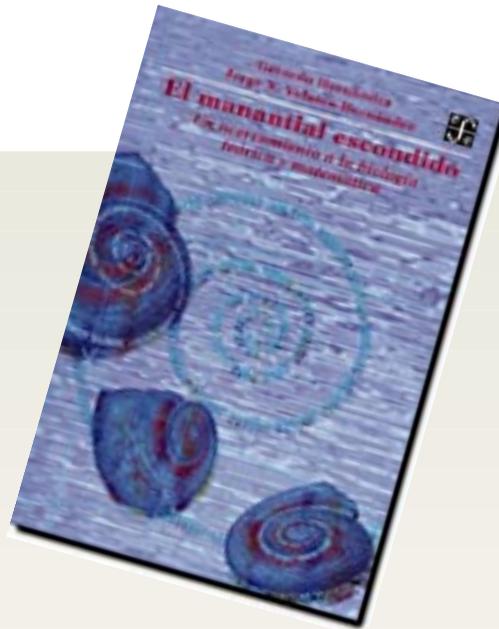


## Presentación del libro *El manantial escondido*

Las matemáticas y la biología si se mezclan en forma íntima y estable, a pesar de quienes opinan lo contrario, y lograrlo ha requerido de agentes “emulsificantes”, sobre cuya existencia dan cuenta los autores del libro *El manantial escondido*. La observación es de Gustavo Viniegra –profesor distinguido de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y miembro del Sistema Nacional de Investigadores –, quien durante la presentación de la obra hizo ver que el acercamiento a la biología desde una perspectiva matemática, como proponen los especialistas, no es un problema trivial, porque supone el rompimiento de paradigmas en ambas disciplinas.

Esta obra de divulgación científica, que muestra la experiencia profesional de Gerardo Hernández y Jorge X. Hernández –biólogos egresados de la Unidad Xochimilco, y en la actualidad profesores de matemáticas de la Unidad Iztapalapa–, fue comentada también por Carlos López, Luis Estrada y Juan José Rivaud, quienes coincidieron en resaltar la originalidad del estudio, así como el estilo fresco y accesible de su estructura.

Durante la presentación de este volumen, editado por el Fondo de Cultura Económica, Carlos López –miembro del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)–



mencionó: “Ante los prejuicios de que estas dos áreas científicas están reñidas, los autores han demostrado que la biología tiene mucho que ganar cuando en su estudio se incorpora la teoría matemática, especialmente en el caso de las dinámicas poblacionales, así como en la clasificación y formas de las especies.” Para este último, así como para Luis Estrada –investigador titular del Centro de Instrumentos de la UNAM– este primer acercamiento en torno a la “biomatemática” deja preguntas no resueltas, entre las cuales se plantearon dos: ¿son los matemáticos quienes esperan ayuda de los biólogos para seguir evolucionando?, y ¿el lector debe encontrar por sí mismo las moralejas del binomio biología-matemáticas, y viceversa?

Gerardo Hernández señaló que las interrogantes que logra provocar un libro de

divulgación científica, como *El manantial escondido*, responden precisamente a uno de sus objetivos, incitar el espíritu de exploración para que las preguntas o los blancos que aparecen en el libro sean llenados por el lector.

Durante su intervención, Jorge X. Hernández recordó que su trabajo se basa en la experiencia profesional compartida con el coautor del estudio, que va dirigido a todo tipo de lectores. “Queremos –dijo– que el libro sirva como ventana para que quien lo lea se asome a ese extenso campo sin fronteras que es acercarse a los fenómenos biológicos desde una perspectiva matemática.”

Cabe señalar que, de acuerdo con los editores, *El manantial escondido* se considera como la primera obra en su tipo, escrita en español y por científicos mexicanos. ●

## Laserterapia contra los tumores malignos

Los científicos utilizan ya la energía del rayo láser en distintas aplicaciones clínicas, como las afecciones de la boca o el tratamiento de tumores benignos y malignos de hígado, mama, matriz, páncreas, piel, próstata o pulmón, pero dos novedades en laserterapia que actualmente desarrolla el profesor Stephen Bown con un equipo de investigadores del National Medical Laser Center (NMLC) del University College London han llamado la atención de expertos de todo el mundo; éstas son la terapia fotodinámica (TFD) y la fotocoagulación intersticial por láser (FIL).

La TFD consiste en sensibilizar las células mediante un medicamento que destruye los tumores cuando es iluminado por una luz no térmica, es decir, de determinada longitud de onda, y recientemente se han estudiado las posibilidades de medicamentos como el cloro-meso-tetrahidroxifenilo, comercialmente denominado Foscan, para el que la compañía farmacéutica británica Scotia ha solicitado el permiso de las autoridades estadounidenses y europeas. Por su parte, la TFI es una técnica algo distinta, que convierte la energía de láser en calor, mediante su absorción por el tejido de los tumores; ese calor los destruye y las células muertas son reabsorbidas por el cuerpo.

Estudios recientes han demostrado que con estos tratamientos se pueden eliminar del todo los tumores benignos de mama, resultado que, en determinados casos, podría asegurar la destrucción de los de carácter maligno sin necesidad de cirugía.

El láser es una fuente manipulable y controlable de energía luminosa, y si esa luz se transmite a través de fibras delgadas y flexibles puede aplicarse a órganos internos. El láser ya se utiliza de manera habitual en medicina, desde el más sencillo de dióxido de carbono para la



En la fotografía aparece Gavin Briggs realizando una demostración de TDF intersticial para el tratamiento del cáncer de páncreas. Consiste en inyectar el compuesto fotosensible al paciente. Tres días después se insertan unas agujas en el tumor mediante resonancia magnética y a través de ellas se introduce el diodo láser.

extirpación de tejidos superficiales, pasando por los que se emplean para la implantación de marcas a los niños recién nacidos o para la eliminación de tatuajes, hasta el moderno láser excimer empleado en oftalmología. Pero la mayoría de los láseres usados en TFD y FCI son de semiconductores, muchos de los cuales están fabricados por Diomide Limited, de Cambridge, y para aplicaciones de baja potencia, en las que no es esencial la aplicación del láser por fibra óptica, se utilizan láseres de LEDs más económicos, como los que fabrica PRP Optoelectronics de Northamptonshire.

Dichas técnicas pueden hacer que los modernos tratamientos por láser sean accesibles a mayor número de personas, aunque en los casos más especializados su aplicación se debe limitar a personal experto. ●

Para obtener mayor información, favor de dirigirse a:  
Dr. D. Pickard o Dr. G. Briggs  
Division of Surgical Specialities, NMLC,  
Medical School, University College London,  
Charles Bell House, 67-73 Riding House Street,  
London, United Kingdom, W 1P 7LD.  
Correo electrónico: med.laser@ucl.ac.uk

---

## PAM-CAST herramienta ideal de simulación para el moldeo

ESI Group, compañía francesa ubicada en el sector de la simulación de prototipaje virtual, reagrupa una gama única de herramientas para probar virtualmente los productos y procedimientos de fabricación, lo que le permite mejorar los primeros sin recurrir a prototipos físicos o a pruebas reales. Creadora de PAM-CAST, un nuevo *software* de simulación para el moldeo de piezas metálicas, dirigido a los mercados del transporte, la industria manufacturera, la energía y la electrónica, al utilizar la tecnología de los volúmenes finitos es capaz de recrear los fenómenos físicos de este procedimiento, brindando al usuario una simulación completa de las operaciones de moldeo, desde el llenado hasta la fase de solidificación; asimismo, le permite visualizar, durante todo este proceso, el flujo y la temperatura del metal, además de que evalúa cada etapa del moldeo de las piezas de hierro fundido, aluminio o acero. Un módulo adicional hace posible prever la ubicación de los defectos en la pieza, y con la opción de moldeo tixotrópico este *software* resulta una herramienta apreciada por los metalurgistas que deben modelar materiales semisólidos. De igual forma, PAM-CAST se utiliza en la fundición, para estudiar diversos procedimientos de moldeo, como la colada gravedad y la fundición bajo presión, el molde arena o permanente.

Las principales características de este *software* son: módulo de enmallado automático, generación automática de dicho enmallado a volúmenes finitos, base de datos de materiales, como hierro fundido, acero, aluminio y potey, además de simulación de llenado basada en un *solver 3D Navier Stokes* (dispositivo que toma en cuenta la presión del aire dentro del molde),

simulación de la solidificación que considera los intercambios térmicos, los circuitos de enfriamientos y el ciclado térmico, así como un programa de predicción de los defectos.

El mercado de PAM-CAST lo constituyen desde las más grandes empresas automotrices hasta las pequeñas de subcontratación. 



Modelo elaborado por PAM-CAST, nuevo software de simulación para el moldeo de piezas metálicas.

Para mayor información, visite la página

<http://www.esi.fr>

Contacto en México:

Centro Francés de Prensa Industrial y Técnica

Sra. Evelyne De Bruyne

Tel: (52) 5 282.98.31, Fax: (52) 5 282. 98. 34

Correo electrónico: [cefrapit ri. redint. com](mailto:cefrapit ri. redint. com)

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



Perinatología y en la Universidad de Pensilvania, en los Estados Unidos, y actualmente lleva a cabo su servicio social en investigación dentro del Programa de la Secretaría de Salud, en la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas del Hospital de Oncología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Correo electrónico: [cheng@mail.internet.com.mx](mailto:cheng@mail.internet.com.mx)

**Enrique Becerril Román**, autor del artículo "Fruticultura en México después del 2000", nació en Comitán, Chiapas, el 27 de marzo de 1954. Obtuvo el título de ingeniero agrónomo, especialista en fitotecnia, en la Escuela Nacional de Agricultura; posteriormente realizó su maestría en ciencias en el Colegio de Posgraduados, y en 1988, becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, obtuvo el grado de doctor en filosofía por la Universidad de Londres. Se ha desempeñado como delegado de extensión agrícola de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el estado de Hidalgo; ha realizado actividades de docencia e investigación en el Departamento de Fitotecnia de la Escuela Nacional de Agricultura, y a partir de 1979 se integró al Colegio de Posgraduados, donde actualmente labora como profesor investigador, titular de la especialidad de fruticultura general avanzada del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Su área de interés es la determinación de flujos nutrimentales y producción forzada -plantaciones intensivas. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores, y ha publicado 28 artículos en revistas, 14 artículos en memorias, dos libros y un folleto, además de haber dirigido la formación de 12 ingenieros agrónomos, 15 maestros en ciencias y dos doctorados.



**María de Lourdes Franco Bagnouls**, autora de la reseña del libro *Biblos. Boletín semanal de información bibliográfica publicado por la Biblioteca Nacional (1919-1926) y su galería de escritores mexicanos contemporáneos*, es doctora en letras por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), e investigadora adscrita al Centro de Estudios Literarios del Instituto de Investigaciones Filológicas desde 1973 y profesora de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM desde 1985. Ha publicado en la colección Nueva Biblioteca Mexicana de la UNAM la obra de Octavio G. Barreda, además de la obra en prosa de Bernardo Ortiz de Montellano; es autora del Índice y estudio de la revista *Letras de México*, de la edición de los *Sueños y una botella al mar*, de Bernardo Ortiz de Montellano, así como del epistolario de este mismo escritor. Entre otros trabajos se cuentan prólogos, artículos en memorias de congresos internacionales, participación en libros colectivos y un libro de texto para el nivel de bachillerato. Actualmente se encuentra en proceso de edición su tesis doctoral *Los dones del espejo. La narrativa de Antonio Muñoz Molina* y trabaja en la edición crítica de la poesía de Bernardo Ortiz de Montellano. Dirige, además, la revista *Literatura Mexicana*.



**Sonia Cheng Oviedo**, coautora del artículo "Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa", nació en Lima, Perú, el 25 de julio de 1973. Realizó su licenciatura en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) como becaria del Programa de Excelencia Académica de nuestra máxima casa de estudios. Realizó su estancia de investigación en el Instituto de



**Gregorio Godoy Hernández**, autor del artículo "El achote, una especie subexplotada", nació en Palizada, Campeche, el 16 de julio de 1958. Realizó sus estudios de maestría en biotecnología y procesos vegetales en el Instituto Tecnológico de Mérida y en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), y apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología llevó a cabo su doctorado en biotecnología de plantas en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato. Actualmente es Investigador Asociado "C", en la Unidad de Biología Experimental del CICY, y su especialidad es la micropropagación y transformación genética de plantas de interés agroindustrial. Ha publicado tres artículos en el extranjero, dos capítulos de libros internacionales y uno en México, y asimismo ha participado en nueve congresos nacionales y siete internacionales, y es Investigador Nacional Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores.



Correo electrónico: [ggodoy@cicy.mx](mailto:ggodoy@cicy.mx)

---

**Beatriz González Yebra**, coautora del artículo “Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa”, nació en la ciudad de Guanajuato el 7 de mayo de 1969. Realizó sus estudios de licenciatura como química farmacéutica bióloga en la Facultad de



Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Guanajuato, y sus estudios de maestría en ciencias en el Instituto de Investigaciones Médicas de la misma Universidad. Actualmente estudia el doctorado en el programa de Biomedicina Molecular del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, y realizó estancias doctorales en el Southwestern Medical Center de la Universidad de Texas, en los Estados Unidos, con apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Instituto Mexicano del Seguro Social, y la Fundación Telmex.

---

---

**Alfredo Hidalgo Miranda**, autor del artículo “Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa”, nació en México, D.F. el 19 de enero de 1973. Se graduó con honores en la licenciatura de biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Iztacala, y actualmente es becario de la Deutsche Forschungsgemeinschaft en el Laboratorio de Oncología Molecular del Hospital Universitario Charité, de Berlín, Alemania. Asimismo, fue becario del Programa de Alta Exigencia Académica de la UNAM, y lleva a cabo parte de su trabajo experimental de doctorado en el Laboratorio de Genética Molecular de la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, del Hospital de Oncología, del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.



Correo electrónico: [alfhm@yahoo.com](mailto:alfhm@yahoo.com)

---

---

**Consuelo Lorenzo Monterrubio**, autora del artículo “Diversidad de pinípedos: un enfoque cromosómico”, nació el 18 de enero de 1963 en la ciudad de México. Obtuvo la licenciatura en biología y posteriormente la maestría y el doctorado en ciencias, con especialidad en esta misma disciplina, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Centro de Investigación en Reproducción Animal de Tlaxcala, y es candidata a Investigador Nacional dentro de Sistema Nacional de Investigadores. Su interés académico es la sistemática, la evolución y la conservación de mamíferos mexicanos, y ha impartido cursos en el nivel de licenciatura y en el de posgrado en la propia Facultad de Ciencias. Ha



publicado artículos científicos y de divulgación sobre morfometría y citogenética de especies de mamíferos, así como sobre permisos de colector científico y de investigación.

Correo electrónico: [jvargas@ibiologia.unam.mx](mailto:jvargas@ibiologia.unam.mx)

---

---

**José Lugo Hubp**, autor de la reseña del libro *Ezequiel Ordóñez I. Vida y obra*, realizó sus estudios de ingeniería en geología en el Instituto Politécnico Nacional, y posteriormente llevó a cabo su doctorado en la Universidad Estatal de Moscú. Es investigador titular en el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, y su línea de investigación es la geomorfología, de la cual es profesor en la carrera y en el posgrado de geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la propia Universidad. Ha publicado artículos de investigación y divulgación, capítulos en libros, libros y mapas, y asimismo colabora con el Centro Nacional de Prevención de Desastres.



---

**Iván Martínez Monroy**, coautor del artículo “Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa”, nació en la ciudad de México el 8 de mayo de 1972. Realizó los estudios de licenciatura en biología en la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Iztacala, donde se graduó con mención honorífica. En la actualidad cursa el programa de maestría en biología celular de la Facultad de Ciencias, realizando su parte experimental en el Laboratorio de Genética Molecular de la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, del Hospital de Oncología, del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Recibe apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de la Fundación Telmex.



Correo electrónico: [yban8@servidor.unam.mx](mailto:yban8@servidor.unam.mx)

---

---

**Carlos Javier Maya Ambía**, autor del artículo “La globalización en entredicho”, nació en la ciudad de México el 21 de febrero de 1952. Cursó su licenciatura en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología obtuvo la maestría en ciencias políticas y el doctorado en economía en la Universidad Libre de Berlín. Ha desempeñado labor de docencia en diversas instituciones, entre las que destacan las facultades de Ciencias Políticas de la UNAM y de la propia Universidad Libre de Berlín, donde también realizó trabajos de



investigación, actividad que asimismo ha ejercido en el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Autor de diversos libros, de folletos de divulgación científica y de numerosos artículos publicados en revistas científicas nacionales y extranjeras, el doctor Maya Ambía dirige el doctorado en ciencias sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa y de la Universidad de Sonora desde 1995.

Correo electrónico: [maya@uas.uasnet.mx](mailto:maya@uas.uasnet.mx)

**Carlos Pérez Plasencia**, coautor del artículo "Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa", nació en Guadalajara, Jalisco, el 26 de septiembre de 1971. Realizó sus estudios de licenciatura en biología experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, y en la actualidad está por recibir el grado de maestro en ciencias en la especialidad de biomedicina molecular, que otorga el Centro de Investigaciones en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional; se encuentra adscrito en el Laboratorio de Genética Molecular de la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, del Hospital de Oncología, del Centro Médico Nacional Siglo XXI, y es becario del Instituto Politécnico Nacional, del Instituto Mexicano del Seguro Social y de la Fundación Telmex.



Ambiental, celebrada en Holanda en 1995. Ha formado parte del jurado, por invitación, del Premio Nacional de la Juventud, en el área de Ambiente y durante dos años en el campo de Salud en el Programa Conserva, del gobierno de la ciudad de México. Es revisora de proyectos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología desde 1995, y pertenece a la American Thoracic Society, a la International Society for Ecosystem, Health and Medicine, a la International Society for Exposure Analysis and Environmental Epidemiology y a la Sociedad Mexicana de Medicina del Trabajo.

**Rubén Rojas Villaseñor**, coautor del artículo "Diversidad de pinípedos: un enfoque cromosómico", nació en la ciudad de México el 4 de septiembre de 1969. Obtuvo la licenciatura en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, y está inscrito dentro del programa de la maestría en ciencias, con especialidad en biología en dicha Facultad. Se ha interesado académicamente en la sistemática y conservación de los mamíferos mexicanos, sobre todo de los mamíferos marinos; ha presentado trabajos originales en congresos nacionales de mastozoología y ha laborado en la Colección Nacional de Mamíferos desde 1993, catalogando y preparando ejemplares para estudio.



Correo electrónico: [rvr@minervaux.ciencias.unam.mx](mailto:rvr@minervaux.ciencias.unam.mx)

**Guadalupe Ponciano Rodríguez**, autora del artículo "Contaminación atmosférica por partículas y salud en la ciudad de México", es bióloga egresada de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde realiza el doctorado en ciencias. Es profesora del Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la UNAM e investigadora titular del Hospital General Dr. Manuel Gea González, y fue coordinadora del área de salud ambiental del Programa Universitario de Medio Ambiente de la UNAM. Ha publicado diversos trabajos de investigación en revistas nacionales e internacionales, así como los libros *Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria*, *La situación ambiental en México*, *Los residuos peligrosos en México*, y *Factores ambientales de riesgo para la salud en la Ciudad de México*. Su área de interés es la sanidad del ambiente, con especialidad en la determinación del efecto de los contaminantes atmosféricos sobre el aparato respiratorio y el cáncer pulmonar. Los resultados de su trabajo de investigación han sido presentados en foros nacionales y extranjeros, obteniendo premios y reconocimientos en el II Congreso Iberoamericano de Neumología, así como en los congresos nacionales XXV y XXVI. Ha sido invitada como profesora al Inhalation Toxicology Research Institute, de Albuquerque, Nuevo México, a la Academia Nacional de Medicina y como participante a la Conferencia Internacional de Epidemiología



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



**Mauricio Salcedo Vargas**, coautor del artículo "Una nueva estrategia para el análisis genético del cáncer: hibridación genómica comparativa", nació el 15 de junio de 1961 en la ciudad de México. Es químico bacteriólogo y parasitólogo egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), y llevó a cabo la maestría y el doctorado en ciencias, con especialidad en biología molecular y genética, y biología molecular, respectiva-



Programa  
Universitario de  
Medio  
Ambiente

**El Consejo de Salubridad General  
La Facultad de Medicina de la UNAM  
El Programa Universitario de Medio Ambiente y  
El Hospital Dr. Manuel Gea González**

Le invitan cordialmente al

**Seminario permanente  
Medio Ambiente y Salud**

Programa correspondiente al primer semestre de 2000

MAYO 17

JUNIO 14

**Susceptibilidad individual y mecanismo de  
defensa contra el daño producido por los  
metales pesados**

Conferencia

Dr. Víctor Calderón Salinas  
CINVESTAV, IPN

**Magnitud de la aterosclerosis como un  
problema de salud pública en México y su  
relación con factores ambientales**

Conferencia

Dr. Enrique Gómez Álvarez  
presidente de la Asociación Mexicana para la  
Prevención de la Aterosclerosis  
Fundación Clínica Médica Sur

**17:00 HRS**

**ENTRADA LIBRE**

**Auditorio Fernando Ocaranza  
Facultad de Medicina de la UNAM**

**INFORMES: 5 528 42 28 con la Dra. Guadalupe Ponciano o al 5 644 96 42, ext. 226 con Marissa Virchez**

mente, en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Es investigador y jefe del Laboratorio de Genética Molecular de la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Oncológicas, del Hospital de Oncología, del Centro Médico Nacional Siglo XXI, y asimismo, tutor académico de los programas de Doctorado Unificado y de Posgrado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. El doctor Salcedo fue becario de la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard, Massachusetts, y se le distinguió con el primer lugar del premio Aida Weiss, que otorga la sociedad que lleva el mismo nombre, dedicada a la investigación del cáncer en México. Asimismo, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores en el nivel I.



**Liberio Victorino Ramírez**, autor del artículo "Programa, comunidades y políticas de investigación agronómica. Una mirada desde la

UACH", nació en Tecomanapa, Guerrero, el 23 de septiembre de 1954. Es doctor en sociología por la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), estudios que realizó como becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ha desempeñado labor docente durante 17 años y fungió como profesor investigador durante 12 años más, tanto en la UNAM como en la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Ha participado en la realización de diversos proyectos de investigación nacionales e internacionales de la UACH, y colabora con el Centro de Estudios sobre la Universidad de la UNAM. Es autor de cuatro libros y coautor de varios otros, así como de más de 30 artículos en publicaciones mexicanas y extranjeras. Es, asimismo, Investigador Nacional, nivel I, del Sistema Nacional de Investigadores e Investigador Educativo, nivel II, del Sistema Estatal de Investigación Educativa de Guerrero.



Correo electrónico: [ivictori@taurus1chapingo.mx](mailto:ivictori@taurus1chapingo.mx)



# Convocatoria 2000

## Premios Bienales FUNSALUD

---

Laboratorios Columbia *en Dermatología*  
Grupo Optico Lux *en Diabetes*  
Nadro *en Infecciones Gastrointestinales*  
Matilde M. de Santos *en Salud Ambiental*

Los premios han sido instituidos con el propósito de estimular y fortalecer la investigación en el campo de la Salud en México. Los premios se entregarán de acuerdo con las siguientes:

### Bases

- Podrán concursar los trabajos de investigación original en Dermatología, Diabetes Mellitus, Infecciones Gastrointestinales y Salud Ambiental, realizados en instituciones de educación superior, investigación en salud o unidades de atención médica, públicas o privadas, del país.
- Los trabajos remitidos a concurso deberán haber sido publicados en revistas nacionales o del extranjero en un plazo no mayor de cinco años anteriores a la fecha de cierre de la convocatoria, o bien haber sido aceptados para su publicación en revistas prestigiadas.
- Los Jurados tomarán en cuenta la importancia de las revistas en que hayan sido publicados los trabajos.
- Cada autor principal podrá concursar con un solo trabajo.
- El Jurado de cada premio considerará criterios como: originalidad, congruencia con el tema del premio, utilidad de los resultados, vigencia, innovación teórica y metodológica, trascendencia e impacto social.
- No podrán participar trabajos en los que se incluyan entre sus autores a miembros del Jurado del Premio en cuestión.

Para participar en el concurso los autores deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Entregar un ejemplar de la publicación como originalmente se haya publicado o se vaya a publicar, ya sea en idioma español o idioma inglés.
- Cinco ejemplares del trabajo, en los cuales no se incluyan los nombres y referencias de los autores.
- Estos ejemplares pueden ser copia fotostática legible.
- Mencionar cuántas veces el trabajo ha sido citado.
- *Curriculum Vitae* del autor principal.

- Solicitud escrita señalando el premio en el cual concursa su trabajo.
- Los trabajos deberán ser entregados en el domicilio de la Fundación Mexicana para la Salud, ya sea personalmente o por correo certificado.
- Solamente serán juzgados los trabajos recibidos hasta el día 30 de junio de 2000.

### Premios

- Cada premio consistirá en un Diploma y un estímulo económico de \$50,000.00 (CINCUENTA MIL PESOS), que se entregarán al autor principal de los trabajos premiados.
- A los coautores del trabajo premiado se les entregará una constancia.
- Se conservará la confidencialidad de los trabajos no premiados y se devolverá al autor correspondiente la documentación recibida. Tal decisión no imposibilita la presentación del mismo trabajo en futuros concursos.
- El dictamen de los jurados será inapelable.
- El premio podría ser declarado desierto.

### Jurados

Estarán integrados por científicos seleccionados en cada área, representantes de la Academia Nacional de Medicina, la Academia Mexicana de Cirugía, una asociación profesional vinculada con la especialidad correspondiente, la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina; cada premio incluirá por lo menos un jurado que radique en el interior del país. La Fundación Mexicana para la Salud fungirá como Secretariado Técnico.

### Premiación

Los premios se entregarán en sesión solemne convocada por la Fundación Mexicana para la Salud, en fecha, lugar y hora que se anunciarán con antelación.

---

Para mayor información acudir personalmente a la Fundación Mexicana para la Salud  
Periférico Sur 4809, Col. El Arenal Tepepan, Deleg. Tlalpan, 14610 México, D.F.  
o llamar al teléfono 56-55-90-11, Fax 56-55-82-11 a la atención de Blanca Juárez Juárez  
juarez@funsalud.org.mx cvolmedo@funsalud.org.mx

Visítenos en  
[www.funsalud.org.mx](http://www.funsalud.org.mx)