



# 30 ANIVERSARIO

LA HISTORIA  
A TRAVÉS DE NUESTRAS  
PORTADAS »

# CIENCIA Y DESARROLLO

MARZO 2005

MÉXICO

→ **SOLUCIONES  
BIOTECNOLÓGICAS  
PARA MÉXICO**

→ **TECNOLOGÍAS  
DE INFORMACIÓN:  
EL FACTOR HUMANO**

→ **LOGROS  
MONUMENTALES  
DE LA ARQUEOLOGÍA**

## MÉXICO: TRIUNFOS Y FRONTERAS DE LA CIENCIA

\$20.00 MARZO 2005



**AHORA  
CIENCIA  
Y DESARROLLO  
MENSUAL**

→ **LOS  
PROBLEMAS  
AMBIENTALES  
DEL MUNDO  
MODERNO**

→ **DE LA EDAD  
DE PIEDRA A LOS  
MATERIALES  
INTELIGENTES**

→ **EN MÉXICO  
Y EL MUNDO:  
LO MÁS  
RELEVANTE  
DE LA HISTORIA**

**HÉLIX:**  
Exploradores  
de la ciencia



# 27

**Grandes proyectos  
de los centros  
CONACYT**

**El láser  
y la física  
moderna**





CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

# CIENCIA Y DESARROLLO

DIRECTORIO EDITORIAL

**DIRECTOR GENERAL**

Jaime Parada vila

**DIRECTOR EDITORIAL**

Miguel ngel García García

**EDITORA**

Laura Bustos Cardona

**ASESORES EDITORIALES**

Guadalupe Curiel Defossé y Mario García Hernández

**COORDINACIÓN EDITORIAL**

Margarita A. Guzmán Gómora

**REDACCIÓN**

Lena García Feijoo

**INFORMACIÓN**

Guadalupe Gutiérrez Hernández

José Luís Olín Martínez

**CORRECCIÓN**

Lourdes Arenas Bañuelos

Gemma Berenice Domínguez

**DISEÑO E ILUSTRACIÓN**

Daniel Esqueda Diseño y Consultoría Gráfica

**SUSCRIPCIÓN Y VENTAS**

Arturo Flores y Andrés Rivera

Av. Insurgentes Sur 1582, 4to. piso

Crédito Constructor, 03940, México, D.F.

Tel. 5322 7700 ext. 3504 y 3614

**PREPrensa e Impresión**

Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V.

San Lorenzo Tezonco 244, Paraje San Juan, 09830,

México, D.F.

**DISTRIBUCIÓN**

Intermex, S.A. de C.V.

Lucio Blanco 435, San Juan Tliluaca, 02400

México, D.F.

[www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)

*Ciencia y Desarrollo* es una publicación mensual del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), editada por la Dirección de Comunicación Social. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores.

Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la expresa autorización de la Dirección de Difusión Científica y Tecnológica. Certificado de licitud de título: 259, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, expediente 1/432 "79"/1271, del 22 de agosto de 1979. Reserva al título en el Instituto Nacional del Derecho de Autor No. 04-1998-042920332800-102 del 29 de abril de 1998, expedido por la Secretaría de Educación Pública. Autorizada como correspondencia de segunda clase. Registro DEGC No. 0220480, características 229621 122. Certificado de Licitud del Título No. 112. ISSN 0185-0008

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
México, D.F. Registro postal PP09-0099  
Autorizado por SEPOMEX.

ENVÍANOS TUS COMENTARIOS Y SUGERENCIAS A:

# CIENCIA Y DESARROLLO

Av. Insurgentes 1582, 4o piso, Col. Crédito  
Constructor, C.P. 03940, México, D.F.,  
[cienciaydesarrollo@conacyt.mx](mailto:cienciaydesarrollo@conacyt.mx)



## → Editorial

# Nuestro 30 aniversario

Celebrar el trigésimo aniversario de una publicación es un acontecimiento de gran relevancia, la conciencia de sumarse al esfuerzo que por años, décadas en este caso, realizaron tantos autores, editores, correctores, diseñadores y demás especialistas deviene naturalmente en satisfacción y orgullo. Inscribirse en la biografía de un proyecto editorial demanda ante todo lealtad y compromiso, y de ahí, lo demás se resume en trabajo. Quizás una de las mayores recompensas de asumirlo así, sea el sentirse parte de un gran equipo cuya tenacidad le ha valido alcanzar lo envidiable en un país como el nuestro: la continuidad de un propósito, compleja circunstancia que a *Ciencia y Desarrollo* le ha implicado, en cada vuelta de época, incurrir en aciertos, ajustes y paradojas. Inevitables transformaciones impresas ahora en las páginas de la memoria.

El festejo amerita presentar, a manera de álbum fotográfico, una sección con la historia de la revista a través de sus portadas y ofrecer el justo reconocimiento a quienes han dejado mucho más que su nombre en esta aventura de la divulgación, práctica que permite estimar el legado de las generaciones precedentes y el trabajo de las actuales, en la transformación de la vida contemporánea, bajo el innegable influjo de las ciencias, la tecnología y las humanidades.

La edición de aniversario es un recuento crítico de las conquistas de la ciencia en México, los embates actuales y los que se vislumbran en el futuro cercano. Hemos privilegiado los temas de mayor relevancia en el escenario internacional del conocimiento: la biotecnología, los nuevos materiales, las tecnologías de información, además de la arqueología, por ser ésta una de las ciencias que más nos ha revelado el profundo origen de nuestra cultura.

Con esta oportunidad, nos es placentero anunciar, por un lado, la nueva periodicidad de *Ciencia y Desarrollo* que a partir de este número será mensual, y por otro, el incremento de tiraje —20 mil ejemplares—, con lo cual será posible llegar a más lectores.

No será un reto fácil pero deseamos emprenderlo; ampliar el horizonte de *Ciencia y Desarrollo* es una intención motivada por la aceptación que el tema de la ciencia y la tecnología ha tenido en la sociedad mexicana, muestra de ello es la reciente inclusión de secciones dedicadas a la divulgación en algunos diarios y revistas, así como la producción de nuevos programas de radio y televisión.

El último reconocimiento, y el más significativo es para nuestros lectores, aquellos que nos han acompañado desde hace varios años, y quienes se han incorporado recientemente.

Miguel ngel García García

# Nuestro → contenido

## MÉXICO: TRIUNFOS Y FRONTERAS DE LA CIENCIA

### **Materiales avanzados**

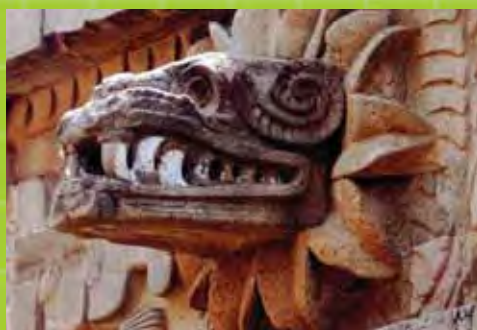
Materiales inteligentes, acciones autónomas. **18**

### **Tecnologías de la información: Un estilo de vida**

Revolución científico-tecnológica y social. **28**

### **Biotecnología: prioridades para el desarrollo**

Investigación, oportunidades y desafíos. **36**



### **Arqueología mexicana: trayectoria y avances**

La labor y el perfil de nuestra investigación sobre el pasado. **54**



# 1,338

Nuestros colaboradores en la historia de Ciencia y Desarrollo 66



MARZO DE 2005 NÚM. 181



## ADEMÁS

- 04 En México
- 14 En el mundo
- 24 Descubriendo el Universo  
El Maser y el Láser  
→ JOSÉ DE LA HERRÍN



- 34 Un paseo por los cielos  
Marzo  
→ JOSÉ DE LA HERRÍN
- 42 La ciencia y sus rivales  
Ruido Blanco  
→ MARIO MÉNDEZ ACOSTA



- 44 Centros Conacyt
- 72 Para los autores

# 30 ANIVERSARIO

## UNA HISTORIA MUY GRÁFICA P. G. 07



## EN INTERNET

Los maíces de calidad proteínica y la producción de semillas en México.  
→ ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÍN et al.

# → enméxico

Durante las últimas décadas se han creado diversos centros de investigación científica y tecnológica, por lo que hoy podemos hablar de:

## Ciencias agropecuarias:

México cuenta con 500 variedades de 40 diferentes cultivos, entre los que destacan maíz, frijol, arroz, garbanzo, avena, ajo y cebada. Este desarrollo es resultado del trabajo de especialistas en mejoramiento genético, tecnología de semillas, fitopatología (enfermedades de las plantas), suelos, malezas, entomología (insectos) y muchas más, lo que ha impactado positivamente la producción agrícola, ante la crisis del campo. En esta área destacan Luis Herrera Estrella, Francisco Bolívar Zapata, Evangelina Villegas, entre otros.



## Biología:

En 1987 dos investigadores: Esteban Martínez y Clara Hilda Ramos, encontraron en la selva chiapaneca una extraña flor endémica llamada *Lacandonia schismatica*, que tiene en el centro los órganos masculinos y alrededor los femeninos o carpelos. Como ésta existen otras especies animales y vegetales únicas, algunas de las cuales se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, por ello, en 1992 se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio), cuyo acervo actual permite conocer la distribución de cada una de las especies registradas.

## Ciencias de la conducta:

Durante la segunda mitad de la década de 1970 se consolidó el movimiento conductista mexicano con la creación de la Sociedad Mexicana de Análisis de la Conducta; el concepto "modificación de la conducta" se convirtió en el principio de la corriente mayoritaria, dando el tiro final a la psicología tradicional. Aunque su declive ocurrió hacia los últimos años de 1980, su testamento en favor de esta disciplina fue importante: la práctica de la investigación sistemática y experimental, la redefinición del perfil social de la psicología y sus profesionales, particularmente en las sociedades en vías de desarrollo, y la inclusión de tópicos importantes –psicología aplicada a la educación, al desarrollo infantil, a la psicología clínica y la social, entre muchos otros–.



## Astronomía:

En la cima de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, se inauguró el Observatorio Astronómico Nacional con el equipo de detección y elaboración de datos más moderno de la época (1979) refrendando así el ancestral prestigio de México en esta disciplina. El doctor Arcadio Poveda, entonces director del Instituto de Astronomía de la UNAM, y su equipo de trabajo, se encargaron del diseño, construcción y puesta en marcha del observatorio; el ingeniero Francisco Montellano realizó la obra civil.



## Antropología:

Teotihuacan fue el sitio más importante del centro de México durante 500 o 600 años, hasta su decadencia (550 años d. C.). ¿Quiénes eran sus habitantes? ¿Con qué regiones tenía contacto? ¿Por qué sucumbió su cultura?... Son interrogantes que trata de responder un grupo de especialistas dirigido por Linda Manzanilla, investigadora del Instituto de Investigaciones antropológicas de la UNAM. Su trabajo ha destacado por los datos obtenidos sobre el medio ambiente y por los métodos de laboratorio empleados, bajo la dirección de Luis Barba, del mismo Instituto.

## Biotecnología:

Alejandro Alagón Cano (Instituto de Biotecnología UNAM) aportó dos importantes aplicaciones de la biotecnología: un anticoagulante derivado de la saliva del murciélago, el cual es utilizado para tratamiento de infartos y en trombosis cerebrales, y un antiveneno contra la picadura de la araña viuda negra y de la víbora coralillo, resultado de la clonación de las toxinas de ambos animales.



## Medicina y Ciencias de la Salud:

El Programa de Vacunación Universal nació en 1991 con el propósito de mejorar los niveles de salud de la población mediante la erradicación, eliminación o control de casos de enfermedades evitables por vacunación. Entre sus resultados se encuentran la eliminación de la poliomielitis, la difteria, el sarampión y el tétanos neonatal; el control de la tos ferina y las formas graves de tuberculosis y que casi 100% de la población infantil de México tenga acceso a este programa.

## Física:

La nanotecnología es el resultado de un trabajo interdisciplinario que fundamentalmente comprende la participación de la física, las matemáticas, la química y, para continuar su desarrollo, ahora requiere la biología, y sus resultados están presentes (no obstante la relativa novedad de su investigación) en cada vez más amplios terrenos del conocimiento científico, como es la química computacional, la geometría molecular y distintos campos del área de salud. El concepto nanotecnología no parece tener límites y la investigación científica mexicana se encuentra en la frontera.



## Ciencias Políticas y Sociales:

En México se ha comenzado a repensar la democracia, la cual se veía en una sola dimensión. Actualmente, se habla de un diálogo entre los ciudadanos, los actores políticos y la academia, claro está, con sus ventajas y desventajas. Esto incluye conceptos como el de *sociedad civil*, cuya función consiste en definir la dirección intelectual y moral del sistema social de manera voluntaria; o el de *ciudadanización*, quizás uno de los avances más significativos en el desarrollo democrático del país, ya que ha promovido al voto y los organismos electorales.



## Computación:

El doctor Juan Luis Díaz de León Santiago, del IPN, logró desarrollar (2000) algoritmos (métodos de operaciones para resolver problemas) menos complejos que pueden reducir el tiempo del cálculo de la trayectoria de un robot móvil a un quinceavo de segundo, a diferencia de las dos horas que tomaba hacerlo con técnicas convencionales.

Esta aportación a la morfología matemática de conjuntos (la cual procesa formas, como imágenes digitales) es la pieza más reciente construida de lo que inició Hermann Minkowski a principios del siglo XIX, a quien se le ocurrió, precisamente, sumar formas.

## Tecnologías de la información:

Más de 60 investigadores de distintas instituciones públicas y privadas del país, como UNAM, IPN, CICESE, CIMAT, INAOE y CENAM, trabajan para crear el micro satélite experimental *Satex*, el cual será lanzado por la Agencia Espacial Europea (ESA) como una carga secundaria dentro del cohete Ariane 4, desde el Centro Espacial de Kourou, en Guyana Francesa. Se prevé que el *Satex* tendrá cobertura mundial y una vida útil estimada en un año.

Nuestro agradecimiento por su amable asesoría a:

Ernesto Belmont Moreno, Judith Bokser Misses, Benjamín Domínguez Trejo, Carlos Duarte Muñoz, Alejandro Espinosa Calderón, José de la Herrán, Jaime Litvak King, Agustín López Munguía, Juan Núñez Farfán, León Olivé Morett, Rafael Pérez Pascual, Conrado Ruiz Hernández, Cornelio Yáñez Márquez, Valeria Souza Saldívar y Gabino Sánchez.

# 30

A N I V E R S A R I O

## Una historia, muy gráfica

La huella de cada época ha quedado impresa en las páginas de nuestra historia, hoy llena de disertaciones, descubrimientos, conclusiones y réplicas de una comunidad para la cual todo cuestionamiento cobra sentido desde la perspectiva del conocimiento.

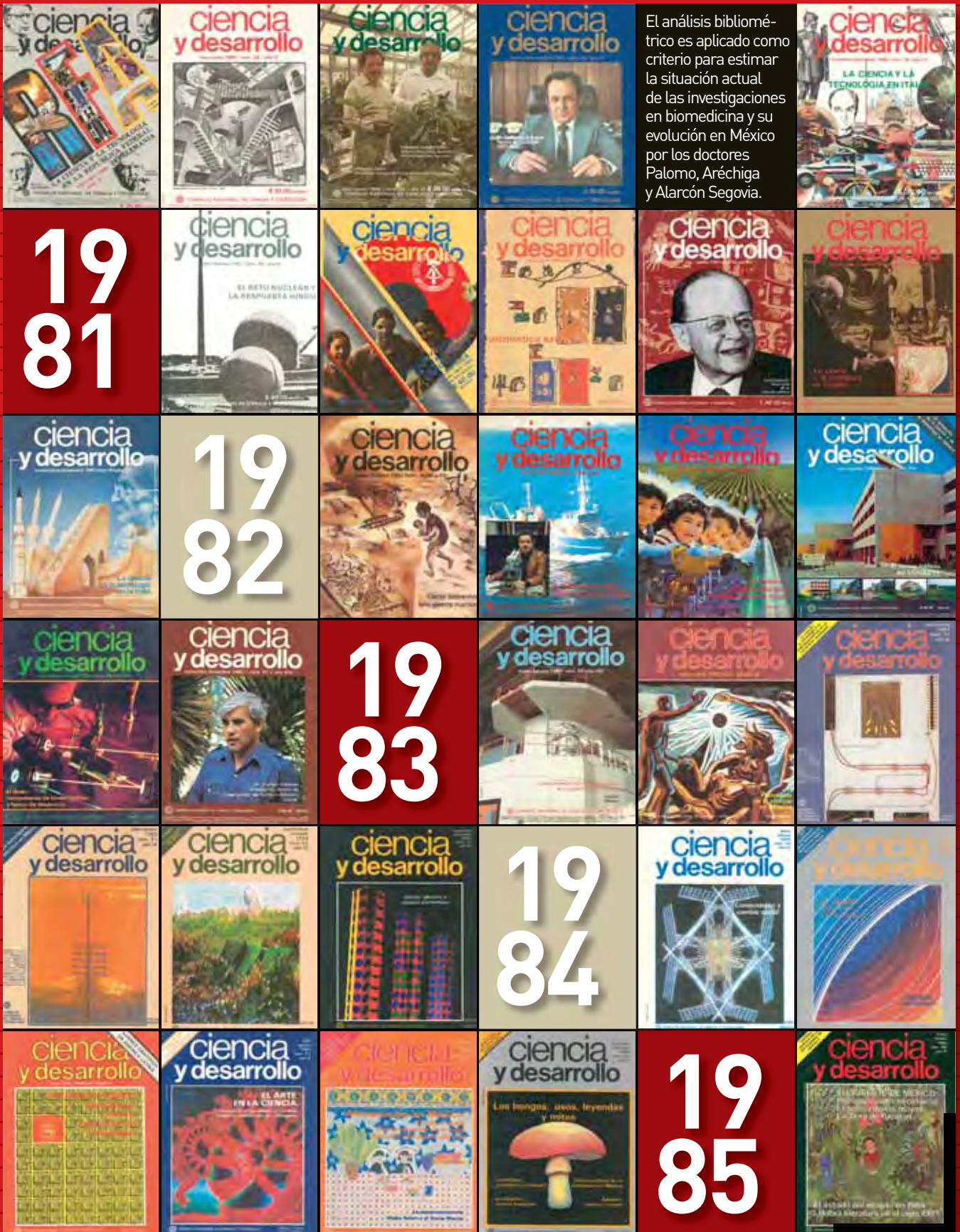


# 30 ANIVERSARIO



# HISTORIA GRÁFICA

El análisis bibliométrico es aplicado como criterio para estimar la situación actual de las investigaciones en biomedicina y su evolución en México por los doctores Palomo, Aréchiga y Alarcón Segovia.



# 30 ANIVERSARIO



# HISTORIA GRÁFICA



Conforme declinaba la *muerte negra* languidecía el poder de la religión, dejando una población que volvía su atención hacia el terrible poder de lo terrenal y la maravilla de su funcionamiento.



# 1991



# 1992



# 1993



# 1994



# 1995



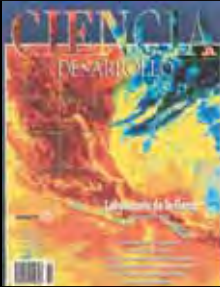
# 30 ANIVERSARIO



Para Sor Juana, como para los hombres de ciencia de su tiempo, el deber del científico era sintonizar con el mensaje del cosmos, cuajado de maravillas por obra de Dios, verdadero arquitecto del mundo.



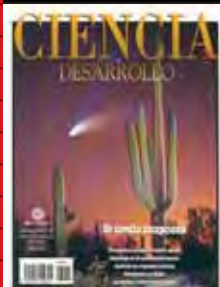
# 1996



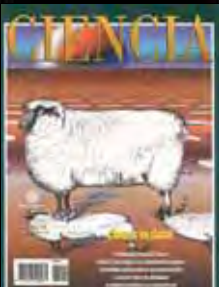
# 1997



No hay suficientes investigadores porque no hay educación ni desarrollo integral de los estudiantes. Para sobrevivir ante la competencia internacional, México necesita contar con una planta amplia de personal calificado.



# 1998



# 1999



# 2000



# HISTORIA GRÁFICA



Ciencia básica *versus* ciencia aplicada. El proyecto Proplanta realiza investigación básica y se involucra en el equilibrio ecológico y las aplicaciones prácticas para el sano desarrollo económico.

**2001**



**2002**



**2003**



**2004**



**2005**



# → en el mundo

Sin duda, durante la segunda mitad del siglo xx y los inicios del xxi han visto la carrera más vertiginosa de la sucesión de acontecimientos en la historia de la investigación científico-tecnológica. A continuación presentamos lo más relevante de los últimos 30 años.

## Ciencias de la conducta:

Con la publicación de *The Triune Brain* (1990), se reconsideró la importancia otorgada a los procesos racionales y se planteó la existencia de un cerebro triádico en la especie *Homo sapiens sapiens*, compuesto por un cerebro reptil (presente en todas las especies vivas) responsable de los reflejos de supervivencia; una estructura límbica (común a los mamíferos), sede de la motivación, y el cerebro neocortical (existente en los primates), especialmente desarrollado en el hombre, regidor de las actividades conscientes y las relaciones el exterior.

Como consecuencia se habla de la necesidad de reequilibrar la importancia del cerebro en su conjunto, consideración que abre paso a nuevos temas de investigación psicológica cuyos productos más interesantes son la inteligencia emocional, y los planteamientos teórico-metodológicos para abordar el problema de la consciencia y la interacción entre la materia y los fenómenos mentales.

## Ciencias agropecuarias:

Las primeras plantas transgénicas fueron creadas a principios de los años 80, luego de haber definido el proceso para insertar genes de otras especies. Los responsables trabajaban simultáneamente en la Universidad Washington, en Wisconsin, en Bélgica, y en la empresa Monsanto. Resultado de estos ejemplares es el maíz Bt, resistente a los insectos porque posee un gen de la bacteria *bacillus thuringiensis*.



## Astronomía:

En 1990 se abrió una ventana al espacio con el lanzamiento del *Hubble*, telescopio que ha producido decenas de miles de imágenes, mostrado cientos de regiones del espacio y fomentado el interés por la ciencia. El *Hubble* cuenta con cuatro instrumentos diseñados para observar regiones antes no conocidas, así como la composición química, el estado de movimiento y el interior de objetos rodeados de gas y polvo. Detrás de este proyecto coordinado por la NASA existe también el trabajo de diversas instituciones e investigadores.

## Arqueología:

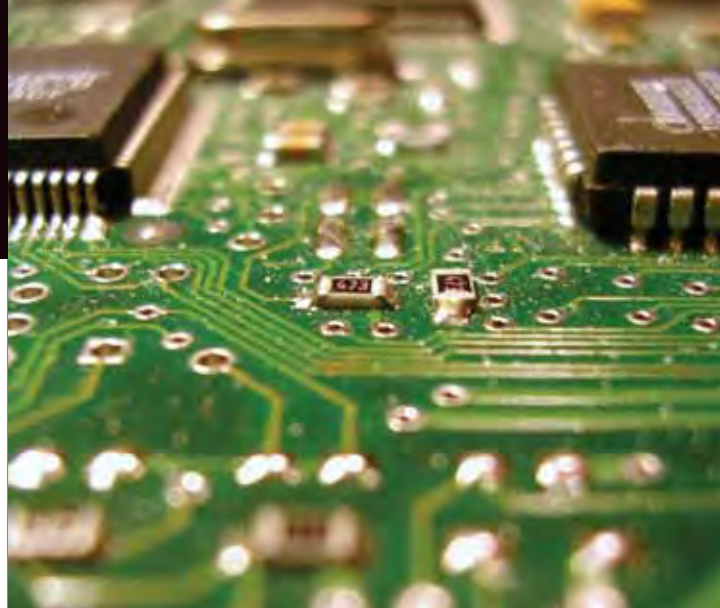
La investigación en los últimos años ha confirmado, con el descubrimiento de gran variedad de especímenes fósiles, la gran riqueza de la herencia humana, erradicando el concepto de un "eslabón perdido"; incluso se ha descubierto, en Chad, la existencia de fósiles homínidos que no devinieron en *Homo sapiens*: el *Australopithecus bahrelghazali*.

Los hallazgos más notables han sido: *Ardipithecus ramidís*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus garhi* y *Paranthropus aethiopicus*, en Etiopía; *Homo ergaster*, *Australopithecus anamensis* y *Paranthropus aethiopicus*, en Kenia; *Homo habilis* ("Dik-dik") en Tanzania y *Paranthropus robustus* en Sudáfrica.



## Biotecnología:

El primer borrador de la secuencia completa del genoma humano, obtenido simultáneamente en el año 2000 por una institución pública y una empresa privada, contiene la clave genética presente en cada uno de los diez trillones de células que existen en cada persona. Con esta información se estudiarán los factores genéticos que determinan el desarrollo humano, se desvelarán aspectos relacionados con nuestros orígenes, e indicará nuevos enfoques para combatir enfermedades.



## Computación:

En 1982 John J. Hopfield publicó un artículo avalado por la *Nacional Academy of Sciences* con el que nació la era moderna de las memorias asociativas y de las redes neuronales, pues, aunque esta rama había sido abordada con anterioridad, se encontraba estancada desde 1957 cuando Rosenblatt creó el perceptrón (red neuronal simple), primera máquina programada para “aprender” artificialmente. Hopfield concluyó que la interacción de elementos simples de procesamiento similares a las neuronas da lugar a la aparición espontánea de propiedades computacionales colectivas, como la estabilidad de memorias.

## Medicina y Ciencias de la Salud:

La clonación de Dolly, en 1997, fue posible gracias a un equipo de científicos dirigidos por el escocés Ian Wilmut y al desarrollo de las técnicas de reproducción asistida. En 1999, investigadores estadounidenses intentaron aplicar la misma técnica de transferencia de núcleo a mujeres con problemas de infertilidad. El procedimiento consistía en situar el núcleo del óvulo de una mujer mayor de 40 años en el entorno de un citoplasma joven de una donante, esperando que éste fuera capaz de permitir la reparación del ADN de la receptora.

## Matemáticas:

En 1991, Andrew Wiles “encontró” El Santo Grial de las Matemáticas: La demostración del último teorema de Fermat, confirmando que “es imposible escribir cualquier potencia mayor que dos como la suma de dos potencias iguales”. De acuerdo con la historia, fue la escasez de espacio en los márgenes de la *Arithmetica* de Diofanto la causa de que Pierre Fermat no dejara para la posteridad la prueba esta afirmación; motivo por el cual las matemáticas tuvieron que nutrirse, florecer y generar frutos durante 350 años más para encontrar la evidencia que, de paso, construyó el puente entre dos vertientes: las curvas elípticas y las formas modulares.

## Física:

Las últimas investigaciones acerca del *Standard Model*, creado hacia el final de los años sesenta y que estudia el comportamiento de la materia en el mundo subatómico, han sido motivo de Premios como el Nobel de Física en 2004. El *sm* estudia tres fuerzas o interacciones: la electromagnética, la débil (desintegración de núcleos atómicos) y la fuerte (cohesión de núcleos atómicos). Además considera la existencia de partículas que forman la materia (quarks y leptones) y partículas que transmiten fuerza (bosones, fotones y gluones).

## Bioquímica:

El inventor del “*destornillador* de los biólogos” o reacción en cadena de la polimerasa fue Kary Mullis, quien obtuvo el Nobel de la Química en 1993. Esta técnica permite replicar entre cientos de miles y millones de veces -en el transcurrir de pocas horas e *in Vitro*- pequeñas cantidades de ADN y su utilidad está relacionada con el diagnóstico de enfermedades hereditarias, el análisis de ADN fósil y la clonación de genes, entre otras aplicaciones.



# → en el mundo



## Tecnologías de la información:

La invención de la *World Wide Web* (www), mediante la cual organizamos, ligamos y navegamos en páginas de Internet se atribuye al británico Timothy Berners-Lee. En 1989, cuando trabajaba en la Organización Europea para la Investigación Nuclear diseñó el primer servidor y programa cliente para la web (un navegador y un editor) con el objetivo de mejorar la comunicación entre científicos de diferentes universidades e institutos de todo el mundo. Esto dio origen a la difusión global de Internet y, en julio de 2004, le valió la investidura de Caballero Comandante de la Orden del Imperio Británico.



## Filosofía:

A pesar de la multiplicidad de pensamientos que pudiesen definir un acontecimiento sobresaliente en esta disciplina y en el desarrollo científico y tecnológico, conviene reconocer que el replanteamiento de las relaciones sociales –políticas, familiares, interétnicas...–, el concepto mismo de la especie humana en relación con el resto de los seres vivos y, en general nuestros razonamientos respecto al mundo en que vivimos, tiene como sustento la convergencia de dos concepciones, no nuevas, pero en afortunado auge durante las últimas décadas: el pluralismo y el naturalismo, cuya óptica nos ha permitido buscar la diversidad en la equidad, así como tener un nuevo punto de vista acerca de nuestra existencia –y nuestra razón– en el cosmos.

## Ciencias Políticas y Sociales:

La actual perspectiva socio-política plantea nuestra existencia como humanos en convivencia social, ecológica, responsable al incorporar conceptos como la interdisciplinariedad, el multiculturalismo, el análisis del todo para proponer soluciones convenientes a todos los miembros de un universo (análisis sistémico); la óptica de una sociedad como sujeto y objeto para comprenderse y superarse (reflexividad) y la aceptación de las posibilidades de riesgos colaterales en cada toma de decisiones (teoría del riesgo). Una red muy compleja, multidimensional.

Agradecemos la valiosa asesoría de:  
Ernesto Belmont Moreno, Judith Bokser Misses, Benjamín Domínguez Trejo, Carlos Duarte Muñoz, Alejandro Espinosa Calderón, Javier Flores, José de la Herrán, Jaime Litvak King, Agustín López Munguía, Juan Núñez Farfán, León Olivé Morett, Rafael Pérez Pascual, Conrado Ruiz Hernández, Cornelio Yáñez Márquez y Gabino Sánchez.

Distrito  
Federal  
**1220 AM**

Cananea  
Sonora  
**980 AM**

Cacahoatán  
Chiapas  
**1350 AM**

Chiapa  
de Corzo  
Chiapas  
**1560 AM**

Ciudad  
Acuña  
Coahuila  
**1570 AM**

Ciudad  
Juárez  
Chihuahua  
**106.7 FM**

Colima  
Colima  
**1210 AM**

Comitán  
Chiapas  
**540 AM**

Lázaro  
Cárdenas  
Michoacán  
**1560 AM**

Mérida  
Yucatán  
**82.8 FM**

Salina Cruz  
Oaxaca  
**96.3 FM**

Tenabo  
Campeche  
**820 AM**

Tijuana  
Baja  
California  
**102.5 FM**

# ¿Quién dice que la ciencia es sólo para sabios?



El programa radiofónico que te da...

## Conocimientos útiles para tu vida diaria



con Miguel Ángel García García

**LADA sin costo**

**01 800 700 4637**

**01 800 900 4637**

## Todos los martes de 11:30 a 12:00 de la mañana.

**Teléfonos  
en cabina**

**5688-3254**

**5688-3604**

**5688-7447**

**5688-5604**

**5688-7846**

  
**CONACYT**  
Acciones con futuro

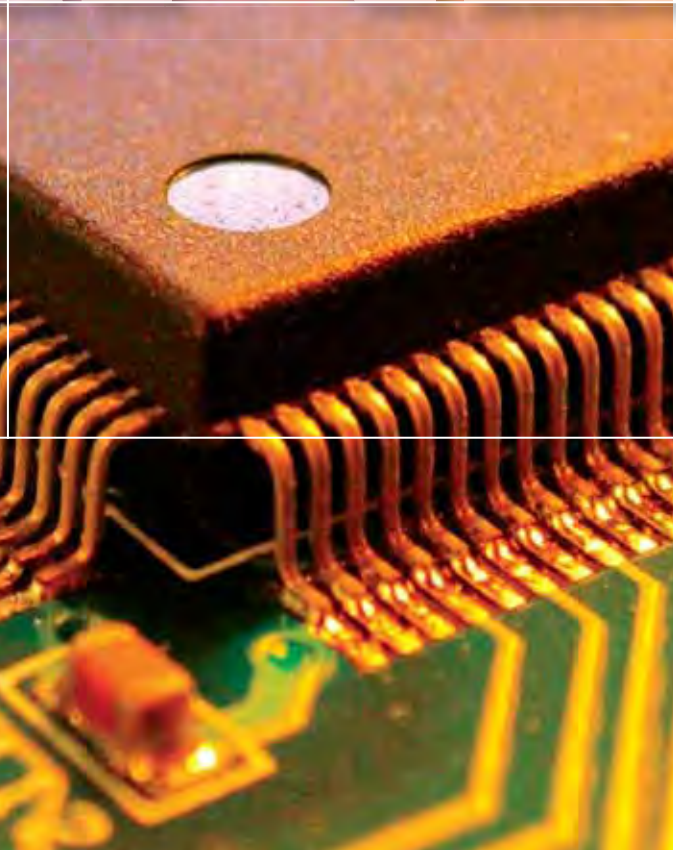
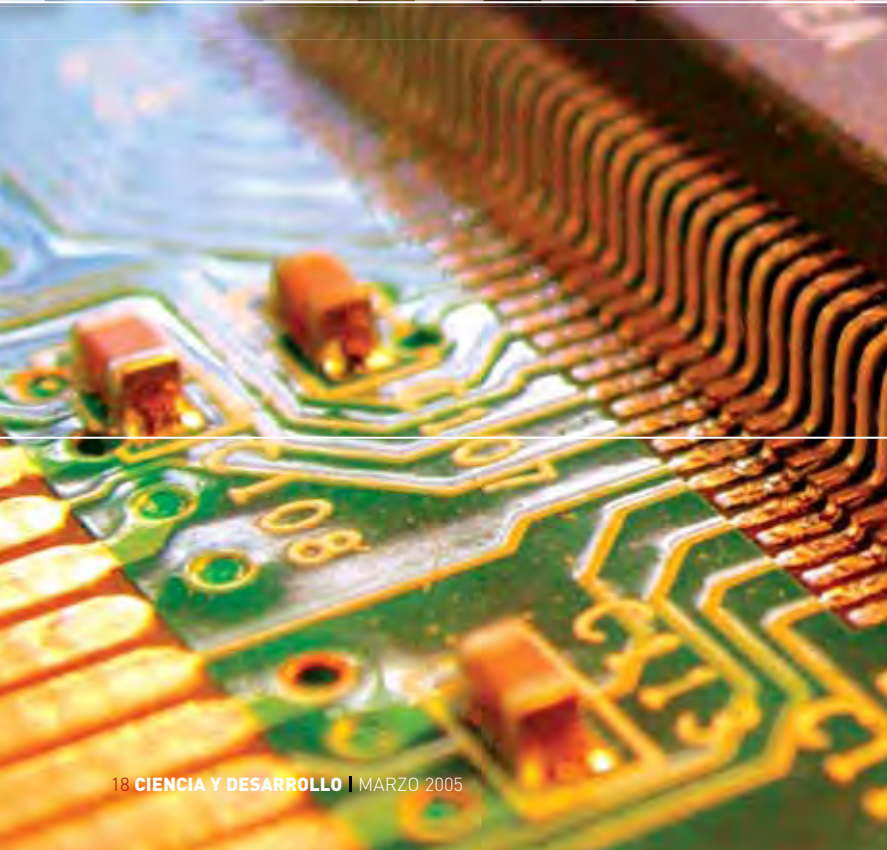
**IMER**  
INSTITUTO MEXICANO DE LA RADIO

**radioconciencia@conacyt.mx**



# MATERIALES

# AVANZ

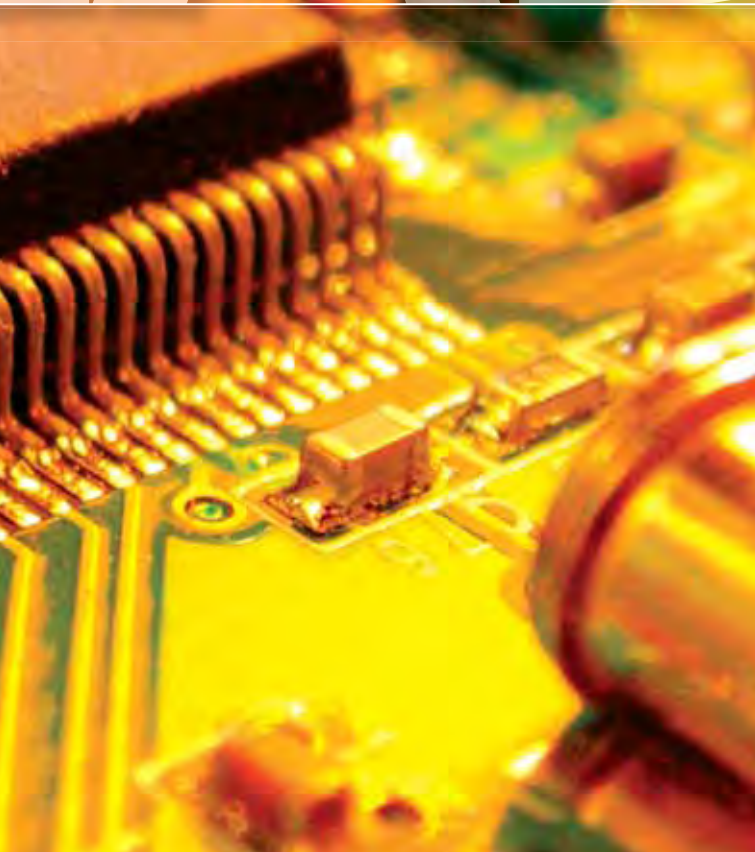




Desde el comienzo de la civilización, una de las causas para el avance de la humanidad ha sido el descubrimiento de uno o varios materiales, lo que incluso ha dado nombre a la edad de desarrollo correspondiente. La primera fue la edad de piedra (vieja o nueva según la técnica para trabajarla: golpe o pulido). Después vinieron la edad del bronce y la del hierro, el material más fuerte y con más aplicaciones.



**JESÚS GONZÁLEZ**



Sin embargo, los avances más rápidos e increíbles se dieron a lo largo del siglo xx, y contribuyeron a formar la sociedad moderna actual. Su base es la fabricación de un *material ajeno a la naturaleza*, y han causado verdaderas revoluciones. Por ejemplo, la de la *informática*, posible gracias a los circuitos integrados, realizados con un material semiconductor de electricidad: el silicio. Junto a él, los polímeros y algunos metales (aluminio, acero), materiales igual de importantes para el desarrollo tecnológico. Por el aporte de todos éstos no falta quien llame a esta época *edad de los semiconductores*.

Así, hoy los materiales se clasifican en *metálicos* (hierro, cobre, aluminio, titanio, etc.), *cerámicos* (ladrillos, vidrio, losa, y abrasivos, etc.), *poliméricos* (caucho, plásticos, adhesivos, etc.), *semiconductores* (silicio, germanio, arsenuro de galio, etc.) y *compuestos* (mezclas de dos o más de los anteriores). Además, según lo complejo de su estructura y de su función se dividen en dos grupos: *tradicionales* y *avanzados*.

#### **MATERIALES TRADICIONALES: POR TODOS LADOS**

Se usan para construir nuestras cosas y han ido sustituyendo a los objetos realizados con materiales naturales. En el hogar y en

# MATERIALES AVANZADOS

En el futuro próximo veremos *materiales inteligentes* con capacidad de respuesta ante estímulos externos

En la oficina tenemos yeso, cemento, gres, vidrio y otros minerales. Incluso nos siguen cuando, por ejemplo, escapamos a la playa: en la sombrilla y prendas de vestir o en los productos cosméticos, y en las ruedas de caucho vulcanizado del vehículo que nos llevó al lugar.

Es más, aparte de la utilidad que por sus propiedades mecánicas y de resistencia presenta, su precio relativamente bajo les permite ser la base de múltiples objetos producidos en forma masiva y por lo mismo, ser visibles en cualquier lado.

## MATERIALES AVANZADOS: MÁS ALLÍ DE LA VISTA

Éstos no son tan fáciles de ver. Sin embargo, son imprescindibles para numerosas aplicaciones y dispositivos que hoy consideramos cotidianos. Su utilidad depende de sus propiedades químicas, magnéticas, ópticas o electrónicas.

En la actualidad no faltan ejemplos de avances tecnológicos fundamentados en el desarrollo de nuevos materiales: la nueva generación de *biomateriales* (compatibles con el cuerpo humano) para implantes y prótesis; los usados para convertir la energía solar en eléctrica; los poliméricos, para la fabricación de transistores flexibles, tubos fluorescentes, videos, etc.; las cerámicas dúctiles, capaces de soportar sin deformarse temperaturas altísimas; los que permiten pantallas de televisión y computadora totalmente planas y delgadas; y muchos otros.

## MATERIALES INTELIGENTES: ACCIONES AUTÓNOMAS

En los próximos años veremos el advenimiento de una familia de materiales avanzados más complejos con capacidad para el auto-diagnóstico y la auto-reparación, así como la posibilidad de incorporar tres tipos de funciones: *sensoras*, *programadoras* y *actuadoras*. Se les llama *materiales inteligentes*, por su capacidad de respuesta ante estímulos externos, a través de la adaptación de sus características a las solicitudes del entorno. En apariencia *sienten* y *actúan*, gracias a la integración, en ellos, de aspectos estructurales y funcionales.

Estos nuevos materiales permitirán, por ejemplo, la restauración de grietas y roturas en estructuras y componentes ubicados en lugares de difícil acceso; la recuperación de propiedades perdidas o modificadas por el uso; la detección de





La convergencia de física, química y biología aplicada a nanomateriales podría revolucionar toda la industria en aproximadamente 20 años

## La nanotecnología mueve más de 50 mil mdd anuales y se espera que llegue a 400 mil mdd en 2015

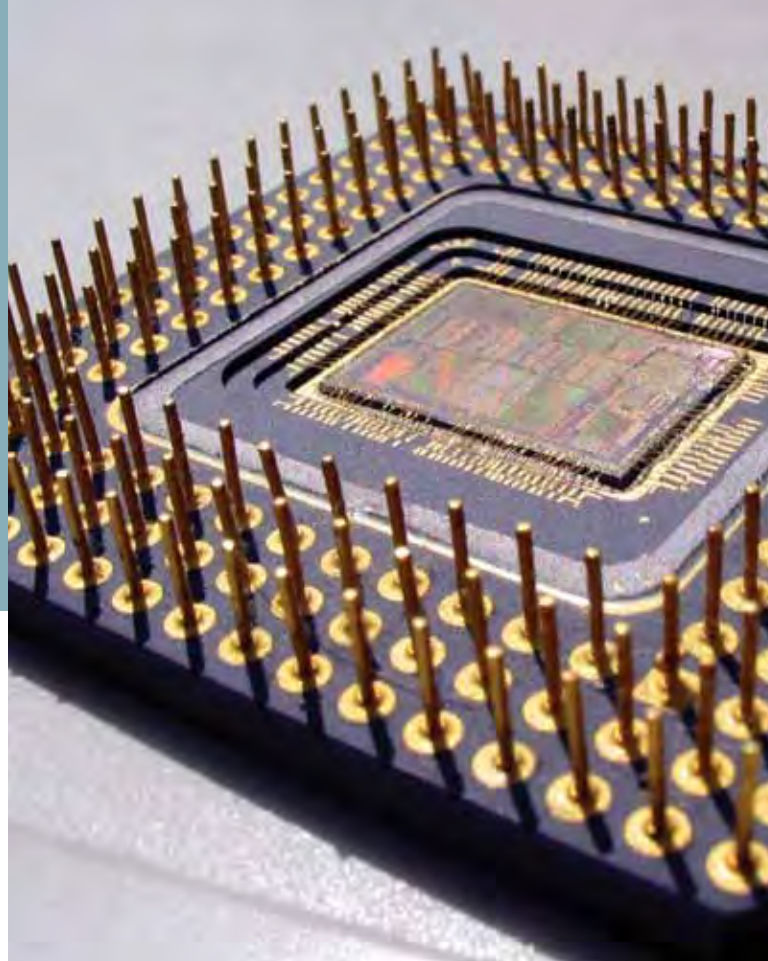
las tensiones y fuerzas que soportan puentes y edificios más avanzados, lo que permite diagnosticar de manera oportuna cualquier fallo y evitar catástrofes y soldar las microfisuras producidas con aleaciones especiales.

### NANOMATERIALES: LA MAYOR REVOLUCIÓN

Sin embargo, en este campo la mayor revolución industrial sucede a una escala tan pequeña que pasa inadvertida a la mayoría de la gente. En la última década se ha desarrollado un creciente interés por materiales con propiedades industriales superiores, partiendo para ello de estructuras con dimensiones *nanométricas* (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro). La industria de los *nanomateriales*, se basa en la manipulación de la materia a esa escala, para fabricar estructuras igual de pequeñas.

En la actualidad, la *nanotecnología* mueve más de 50 mil millones de dólares a escala global y los analistas predicen que llegará a 400 mil millones de dólares anuales en 2015. Su objetivo es hacer cosas cada vez más pequeñas, en algunas ocasiones con propiedades que rebasan los límites físicos establecidos. Baste, por ejemplo, recordar que los materiales basados en *nanotubos* (estructuras nanométricas de carbono en forma de tubo) han alcanzado resistencias mecánicas 100 veces mayores que las del acero, y con un sexto de su peso. En cuanto a su enorme potencial para los sectores del transporte y la energía, es cada vez mayor: plásticos autolimpiables imposibles de rayar, neumáticos con mejor adhesión, pinturas y recubrimientos más resistentes y durables, materiales de alto valor agregado (membranas y catalizadores, sensores, moléculas o células fotovoltaicas, transistores moleculares) y nanotubos para el almacenamiento de hidrógeno, entre otras opciones.

Además, la introducción de partículas, fibras u otros refuerzos de tamaño nanométrico en matrices cerámicas, metálicas y/o poliméricas permite obtener materiales compuestos nanorreforzados, con propiedades muy superiores a las actuales. Junto con los materiales monolíticos obtenidos a partir de nanopartículas, algunos de estos nanomateriales son ya productos comerciales.

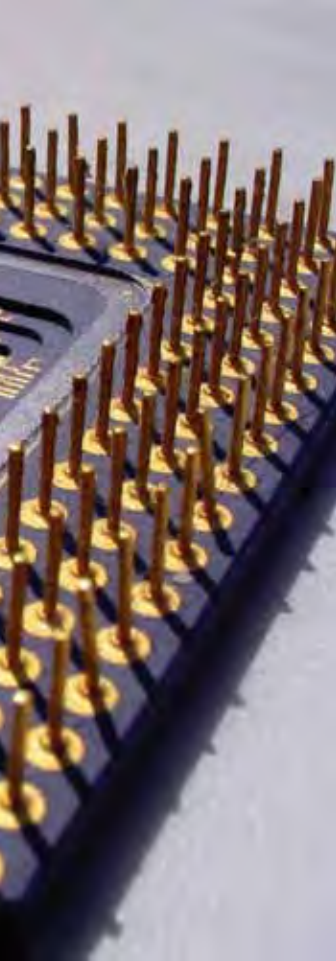


### SITUACIÓN EN NUESTRO PAIS

México cuenta con varias instituciones públicas y privadas donde se realizan actividades relacionadas con los materiales. En este sentido, UNAM, IPN, UAM, CINVESTAV, CIMAV, COMIMSA, CIQA, IPICYT, UANL, UASLP, BUAP y UAS son las siglas de las principales instituciones públicas, mientras Grupo DESC, Vitro, CEMEX, MABE, Peñoles, HYLSA, GCC CYDSA y Comex lo son de las empresas privadas cuyos centros de investigación y desarrollo destacan en el área.

La producción mexicana de materiales está aún orientada en su mayoría hacia la comercialización de los tradicionales, con un consumo elevado de materia prima y una consecuente pérdida de competitividad, pero en los países industrializados la tecnología de materiales ha sustituido a la materia prima como factor determinante para el establecimiento de costos internacionales: de ahí lo urgente del desarrollo de tecnologías en materiales capaces de incorporar el *plus* del conocimiento. ¿La razón? Garantizar nuestra participación en las tendencias tecnológicas del futuro en el ámbito internacional.

En esta vía, el CONACYT está implementando varias iniciativas. Entre ellas, los materiales como área prioritaria estratégica del conocimiento en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006. Ya se han firmado convenios de colaboración binacional con centros de investigación y educación superior de otros países, como los Estados Unidos (National Science Foundation, Universidad de Texas, en Austin, y Universidad del Estado de Nueva York). También se tiene una importante interacción con Canadá, Brasil, Chile,



Argentina y Colombia a través del tratado de Colaboración Interamericana de Materiales.

#### TENDENCIAS MUNDIALES

El desarrollo explosivo de la ciencia y la tecnología alrededor de los materiales avanzados es más notable en los países impulsados por los requerimientos de un mercado en rápido crecimiento, donde se discuten aspectos relacionados con la definición de materiales y tecnologías estratégicas nacionales. Sin embargo, es de interés global la necesidad de reducir costos energéticos en la producción de materiales biodegradables, reciclables y socialmente aceptados.

Dentro de las tendencias mundiales en el campo de los materiales destacan los ya mencionados nano y biomateriales. En el caso de los primeros, es de frontera el estudio y la obtención de materiales nanoestructurados para la fabricación de dispositivos de muy diversa aplicación: nanotubos, nanopartículas, nanocápsulas, nanohilos, nanoporos o nanocanales, nanocapas, nanocomposites y otras muchas estructuras con alguna dimensión por debajo de los 100 nm. En este ámbito, convergen la física, la química y la biología: la escala de los nanomateriales coincide con la de las proteínas y otras macromoléculas que se encuentran en la base de la vida, como las nanobacterias. De esta convergencia resulta una comunión de métodos y un potencial de desarrollo

de sistemas híbridos, que podría revolucionar toda la industria en plazos de aproximadamente veinte años. (*Ciencia y Desarrollo*, sep-oct 2004).

En el terreno de los segundos, sus aplicaciones evidencian su importancia: bioactivos (actúan como el órgano que sustituyen) y biodegradables (con el tiempo no resultan venenosos para el organismo), casi bioinertes (no reaccionan a nivel químico con el contexto), y biodispositivos (dosificación controlada de fármacos o modulación de la regeneración de tejidos, etc.). De hecho, algunos grupos de investigación están trabajando en el desarrollo de nuevos *sellantes* dentales con base en acrílicos bifuncionales y un sistema de fotoiniciación con luz visible.

Así, el panorama descrito conduce a una seria reflexión. Está claro que la tecnología continuará siendo agente determinante del cambio social y del desarrollo de las comunidades futuras. En México es tiempo de abordar este tren, sin descuidar el de los materiales convencionales.

Nos encontramos dentro de la complejidad de las redes inherentes a los procesos de globalización, obligados por ello a mejorar nuestra posición competitiva. Es preciso contar con un sector productivo que se caracterice por una verdadera voluntad de innovación y visión de futuro. Necesitamos articular voluntades y recursos, y focalizar esfuerzos. Sabemos que los niveles de financiamiento son limitados, pero para enfrentar el reto es posible multiplicar los recursos disponibles, si los grupos y sectores dispersos se unen en un objetivo común.

**Jesús González Hernández** es doctor en física. Coautor de más de 200 publicaciones en revistas nacionales y 20 patentes relacionadas con materiales, ha recibido varios reconocimientos como el Premio Nacional de Ciencias y Artes (1999), la Presea Lázaro Cárdenas al Politécnico Distinguido (2001), Premio Anual de la Sociedad Mexicana de Física (1999) y el Premio Luis Elizondo (2001) otorgado por el Sistema Tecnológico de Monterrey. Actualmente es Director General del Centro de Investigación en Materiales (CIMAV).



La colección  
**LA CIENCIA PARA TODOS**  
del Fondo de Cultura Económica,  
en coedición con el CONACYT  
y la SEP, ha sido definida  
a lo largo de su trayectoria,  
y con toda justeza,  
como un camino hacia la  
conquista del conocimiento.  
Desde su primer título:  
*Un Universo en expansión*,  
de Luis Felipe Rodríguez,  
con prólogo del reconocido  
astrónomo mexicano  
Guillermo Haro, a  
*Cien años en la vida de la luz*  
de Luis de la Peña,  
premio nacional de ciencias,  
libro con que se alcanzó el  
número 200 de la colección,  
no sólo ha logrado su fin  
principal: fomentar entre  
los jóvenes una vocación  
científica, sino que también  
ha trascendido fronteras  
tanto en su distribución  
como entre sus autores;  
y en palabras del distinguido  
científico Jorge Flores,  
“La Ciencia para Todos trató,  
y ha logrado, que los jóvenes  
vayan adquiriendo una  
conciencia científica.”





## EL MASER Y EL LASER DOS INVENTOS BASADOS EN LA FÍSICA MODERNA

ESTE AÑO INTERNACIONAL DE LA FÍSICA EN QUE SE FESTEJA EN TODO EL MUNDO EL CENTENARIO DE LA PUBLICACIÓN DE LOS ARTÍCULOS DEL DR. ALBERT EINSTEIN EN LA REVISTA ANNALEN DER PHYSIK –ESCRITOS QUE CAMBIARON LA CONCEPCIÓN DE LA FÍSICA–.

**E**n CONACYT estamos celebrando además los 30 primeros años de nuestra publicación, *Ciencia y Desarrollo*, revista que también ha cambiado, especialmente en México, la concepción que se tenía de la física, de la ciencia en general y del desarrollo, en cuanto a que la segunda es, en el presente, factor indispensable para que se logre el tercero.

Tal vez la demostración de lo dicho en el último párrafo de la anterior sentencia se da en uno de los inventos más notables realizado a mediados del siglo pasado: el LASER que, a lo largo de los últimos 50 años, en la mente de las personas no especializadas ha dejado, de constituir un dispositivo “interesante” para convertirse en un elemento que ahora consideramos fundamental en una inmensa gama de aplicaciones científicas, tecnológicas e industriales.

El la actualidad, uno de los inventos más conocidos derivados de la física moderna –y consecuencia de la predicción teórica hecha por el Dr. Albert Einstein respecto a la Emisión Estimulada– es el LASER dado que su utilización en el presente abarca, como ya señalamos, una inmensa multitud de aplicaciones. Sin embargo, muy al principio, en los años 60 cuando solamente era conocido por los científicos y los

tecnólogos, se llegó a decir que el LASER era una “solución en busca de problemas”; esto porque a pesar de lo extraordinario de aquel rayo de luz a la vez coherente y monocromático, únicamente se le había encontrado aplicación en los laboratorios ópticos donde se utilizaba para la colimación (alineación de los elementos ópticos en un telescopio) de aparatos y algunas otras mediciones muy especiales.

Sin embargo resulta que antes del LASER fue el MASER, acrónimo de Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, esto es: Amplificación de Microondas por Emisión Estimulada de Radiación, con el que se conoce el invento realizado en 1954 por el Premio Nobel Dr. Charles Hard Townes en la Universidad de Columbia.

En una visita que hizo el Dr. Townes al Instituto de Astronomía de la UNAM en 1979, aproveché para preguntarle cómo había surgido en su mente la idea del MASER, y nos dijo, dedicando al tema un buen rato, que:

Primero, y dado que durante la Segunda Guerra Mundial él había trabajado en perfeccionar los sistemas de radar, tan importantes para conocer a tiempo la llegada de aviones enemigos, sentía gran necesidad por poder trabajar

en frecuencias más altas y por conseguir mayor sensibilidad en la recepción de las señales reflejadas sumamente débiles.

Segundo, que ya sin la presión de la guerra, había tenido tiempo de estudiar ciertos aspectos de la teoría de la relatividad general, conectados con la emisión estimulada que le había interesado desde joven y que al saber del maravilloso resultado que la aplicación de la mecánica cuántica había tenido en el logro por parte de los doctores Bardeen, Brattain y Shockley para el desarrollo en 1948 del transistor, ello lo había inducido a estudiar con dedicación sus conceptos, pensando en poder construir radares más compactos y eficientes, que se pudieran instalar en aviones.

Y tercero, que la idea de cómo hacerlo, le había venido de pronto cuando esperaba –en un parque de Washington– que abrieran una cafetería para poder desayunar...

Por cierto, las primeras anotaciones sobre la idea, como ha ocurrido otras veces en el pasado, las hizo en una servilleta de la cafetería donde apuntó, entre otras cosas, la posibilidad de aprovechar el concepto de emisión estimulada empleando moléculas de amoníaco.

Así, a principios de 1954, con la ayuda de sus estudiantes conseguía, por primera vez en la historia de la física, producir y amplificar microondas a base de aprovechar la liberación de energía de los electrones cuando pasan de un nivel excitado a su nivel normal en sus órbitas dentro del átomo, no sin dejar de considerar la posibilidad de que este fenómeno se pudiera aplicar también a las frecuencias de la luz, como lo expuso en un artículo publicado en 1958.

El MASER de gas amoníaco, trabajando tanto como amplificador cuanto como oscilador de microondas, permitió transmitir señales de ultralta frecuencia y recibirlas aun estando diez o doce decibeles más débiles que las recibidas con los amplificadores anteriores. Sin embargo, el MASER de amoníaco era muy pesado y voluminoso, por lo que Townes y sus colaboradores se abocaron a desarrollar, basados en la mecánica cuántica, el MASER de estado sólido que fue instalado en aviones y aeropuertos. Además, y por su excelente relación de señal a ruido, el MASER resultó ideal para ser utilizado como amplificador en los radiotelescopios que, a partir del éxito logrado por el radiotelescopio de Jodrell Bank en Inglaterra, comenzaron a construirse en muchos de los países desarrollados.



→ TERAPIA CON LASER





Pocos años después, en 1960, el Dr. Theodore Harold Maiman lograba, utilizando un cilindro de rubí, excitar sus electrones con un fuerte destello instantáneo de luz concentrada mediante un reflector elíptico, para producir, también por primera vez en la historia de la física, un pulso luminoso de rayos paralelos coherente y monocromático capaz de atravesar una delgada hoja de aluminio; había nacido el Amplificador de Luz por Emisión Estimulada de Radiación o L SER.

Una vez demostrado el principio, el experimento se repitió cientos de veces en los laboratorios de las universidades y en empresas como la Hugues Aircraft de Los Angeles, California, donde tuvimos la oportunidad de ver funcionar uno de estos láseres cuyos pulsos producidos por la acción de una potente lámpara de destello ocurrían microsegundos después de la atronadora descarga de un banco de capacitores (dispositivos electrónicos formados por dos placas conductoras separadas por un material aislante que sirven para almacenar energía eléctrica y absorber pequeños ruidos o picos en las señales eléctricas).

No tardó en surgir el L SER gaseoso de emisión continua a base de una mezcla de Helio y Neón, y todos nos admiramos de ver ese delga-

dísimo haz de luz roja que con potencias apenas del orden de miliwatts puede llegar a kilómetros de distancia. De ahí en adelante se inventaron decenas de otros tipos de L SER tanto gaseosos cuanto de estado sólido, y automáticamente surgieron también decenas de aplicaciones de todo tipo, entre ellas la Holografía, con lo que la frase "Una solución en busca de problemas" dejó de tener significado alguno.

Actualmente, casi no hay persona ajena a este extraordinario invento; nuestros discos compactos, los DVD, los lectores ópticos de las mercaderías en el supermercado, los apuntadores láser que utilizamos en las conferencias, etc., dan cuenta de ello y no podemos dejar de mencionar el hecho de que la divulgación de las ciencias y de las técnicas hacia un público cada vez más interesado en ellas, ha coadyuvado para su conocimiento, su difusión y su empleo.

En este aspecto, la revista *Ciencia y Desarrollo*, a lo largo de 30 años de continuo aparecer, ha contribuido fundamentalmente a multiplicar ese interés por las ciencias y por las técnicas en nuestro país, disciplinas fundamentales para su desarrollo en el presente.

¡Felicitaciones a todo el equipo de trabajo que la produce y felicitaciones al CONACYT por su gran aportación a México! ●

Conoce las investigaciones de los científicos y tecnólogos mexicanos, explicadas por ellos mismos

## → AHORA UNA VEZ AL MES

→ Suscríbete y ahorra 30% del precio de portada  
→ Si eres estudiante paga sólo la mitad

**CIENCIA  
Y DESARROLLO**

→ FICHA DE SUSCRIPCIÓN

- México \$180.00 M.N.  
 América, Centroamérica y el Caribe 84.00 D.  
 Sudamérica y Europa 100.00 Dls.  
 Resto del mundo 120.00 Dls.

Nombre: \_\_\_\_\_  
Compañía o Institución: \_\_\_\_\_  
Calle y número: \_\_\_\_\_  
Colonia: \_\_\_\_\_  
C.P. \_\_\_\_\_ Delegación: \_\_\_\_\_  
País: \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_  
Fax: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Deseo Recibir del número \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Envíe copia de este talón y de la ficha de depósito realizado en la cuenta 0443110702 sucursal 119 de BBVA-Bancomer al fax

53228150 y confirmar al 53227700, ext. 453

ó 7732 o bien, un cheque a nombre del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a nuestras oficinas ubicadas en: Av. Insurgentes Sur 158 Col. Crédito Constructor, C.P.03940, México, D.F.  
email: [cienciaydesarrollo@conacyt.mx](mailto:cienciaydesarrollo@conacyt.mx) / [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)

## NOVEDADES EDITORIALES DEL MORA



Pedro Lascurain  
un hombre en la encrucijada  
de la revolución  
**Graziella Altamirano Cozzi**

México eternamente  
Vicente Riva Palacio  
de la escritura de la historia  
**José Ortiz Monasterio**



En el interés de la nación.  
Mexicanos y estadounidenses  
en el Golfo-Caribe, 1821-1830  
**Laura Muñoz**



Estas novedades y las de otros  
Centros Públicos de Investigación  
están a la venta en nuestra

**Librería Mora**

tel. 5598 3777 ext. 1129



## REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MEXICO

NÚM. 12

FEBRERO 2005

NUEVA ÉPOCA

**Jorge Volpi**  
Notas sobre el arte de la novela

**Federico Reyes Heróles**  
Español internacional  
internacionalización  
español

**Margo Glantz**  
Veinte textos

**Hugo Hiriart**  
Los libros universitarios

**Daniel Cazés**  
Relato

**Felipe Garrido**  
Leer el mundo

**Alejandro Aura**  
Desayuno mexicano  
en Madrid

**Miguel González-Gertzel**  
Las orillas de las cosas

**Hernán Lavín Cerda**  
Las máscaras de Antón  
Tabucchi

Reportaje fotográfico  
Rafael Donat

Sobre Horacio Labastida y  
Donato Alarcón

Enrique González  
Sealtiel Alátriste  
Roberto R. Kretschmer



Address: @ http://www.tecnologiasdeinformacion.com/

@ Live Home Page @ Apple @ Apple Support @ Apple Store @ http://www.msn.com/

Favorites  
History  
Search  
Scrapbook  
Page Holder

## → TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

# Un estilo de vida

**ARTURO SERRANO SANTOYO**

A partir de la aparición del transistor (1947), la sociedad entró en una nueva etapa de desarrollo y un acelerado avance tecnológico, con impacto en la manera de hacer negocios, comunicar, aprender y divertirse. En este nuevo escenario llamado *revolución de la información* convergen diversos protagonistas y disciplinas, cuyo conjunto influencia en gran medida todo asunto socioeconómico y político. Se trata de las *nuevas tecnologías de la información* (NTI), conocidas también como *tecnologías de la información y comunicaciones* (TIC) o *tecnologías de la información* (TI).

### DIGITALIZACIÓN: REVOLUCIÓN DE LAS TIC

Factor fundamental en la mencionada revolución tecnológica, y en su penetración en los tejidos sociales es el impacto de la *digitalización* en los que-

haceres individual y colectivo de la humanidad. Este fenómeno se inicia con el descubrimiento del transistor y penetra en la sociedad: millones de transistores son integrados en una oblea de silicio (*chip*), haciendo que la computadora digital se convierta en una herramienta común para la gente al aportar herramientas de computación a bajo costo, causa también de un giro en las áreas de *informática, microelectrónica, telecomunicaciones y medios de comunicación y entretenimiento*. Esta revolución amplió sus influencias en el hogar, la empresa, la escuela, el gobierno y el campo, y forjó nuevos conceptos y procesos, volviendo cotidianos términos como *cultura, economía y gobierno digitales*, las *funciones de las TI* con base en los procesamientos, transportes y almacenamientos de “unos” y “ceros” fueron cada vez más evidentes y públicas (Fig. 1).



go

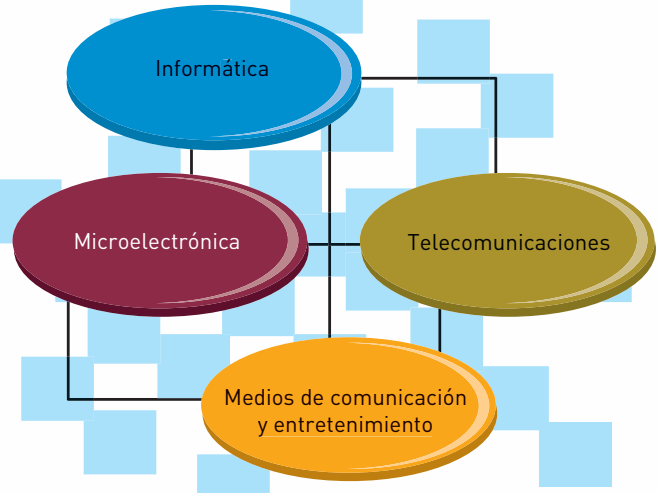
@ .Mac   @ Mac OS X   @ Microsoft MacTopia   @ Office for Macintosh   @ MSN



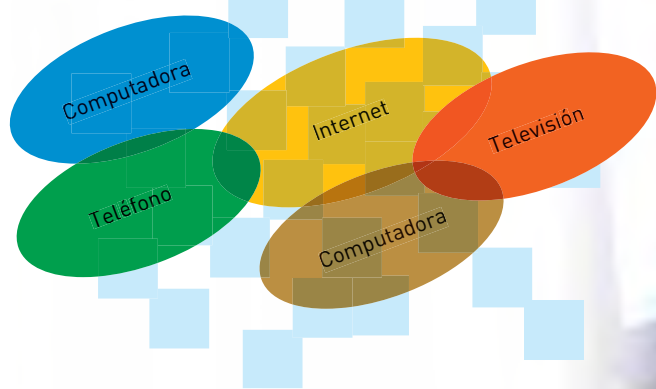
En este terreno, la informática —pivote fundamental del procesamiento y almacenamiento de información— se nutre con la microelectrónica a través de dispositivos electrónicos con capacidades tecnológicas cada vez más sofisticadas, como el teléfono celular con internet, recepción de video y música. Empieza así una cadena donde las telecomunicaciones se alimentan de las anteriores, para generar transportes de información que acercan a individuos, familias y naciones, haciendo de este mundo una *aldea global* potencial, término profundizado en la década de 1970 por el célebre lingüista estadounidense Marshall McLuhan en su libro homónimo. Por su lado, los medios de comunicación y entretenimiento (radio, televisión) sufren una transformación importante cuando la digitalización los provee con mejores y más económicas plataformas de despliegue y movilización de los contenidos que generan.

Al inicio de esta revolución, cada protagonista avanzó por su cuenta, hasta el surgimiento de la internet (primero, como proyecto militar en tiempos de la guerra fría; después, como académico (década de 1980) y como red integradora (década de 1990)): con ella se logró la cohesión y transformación profunda de

**FIGURA 1**  
**Protagonistas de la revolución de la información**



**FIGURA 2**  
**Convergencia: entretenimiento, informática y telecomunicaciones**





## → Internet ha hecho consciente a la sociedad del valor del trabajo en red y de la existencia de la sociedad global

Las TI —al regenerar la manera de procesar y transmitir voz, datos e imágenes—, también perturbadora por su afectación de mercados e industrias.

### INTERNET: UN EJE PARA LA GLOBALIZACIÓN

Las repercusiones de la internet en los aspectos tecnológicos, sociales, culturales y políticos de la sociedad son ampliamente reconocidas, y han enfrentado al entorno tecnológico que había y, como dije, perturbado al generar una nueva manera de *hacer y transmitir las cosas*.

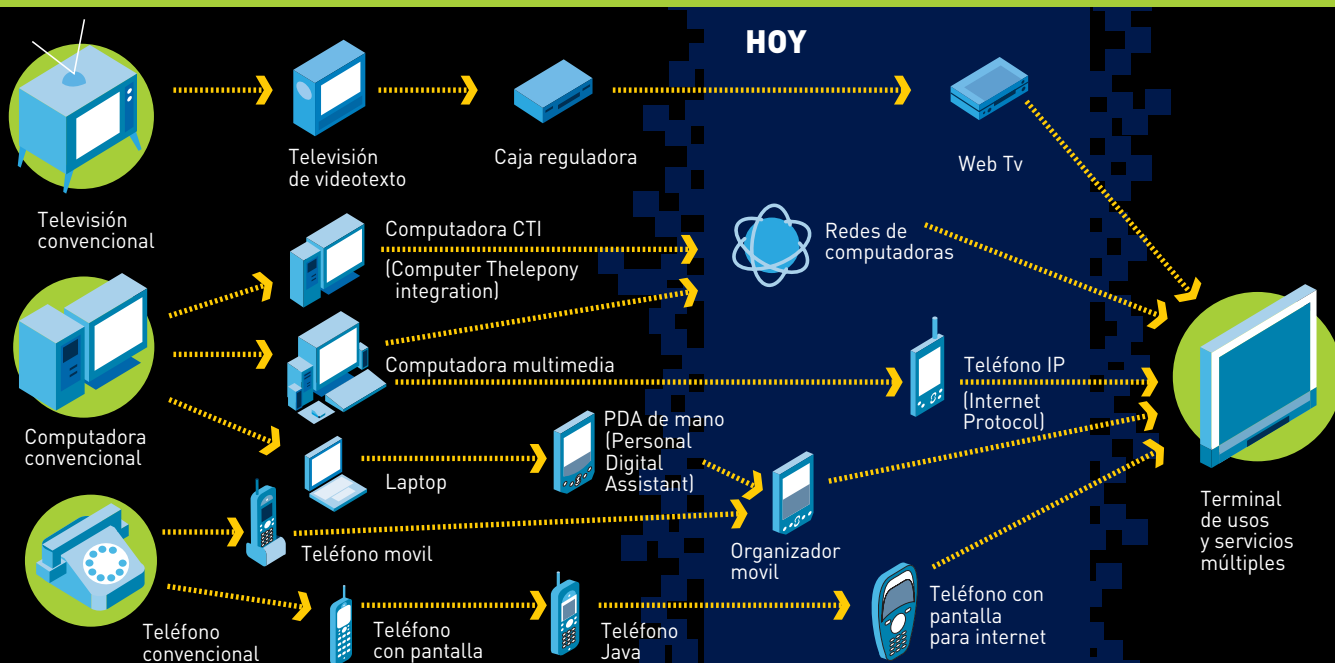
Pero, además ha aportado otro elemento importante para el desarrollo de la sociedad mundial: la predominancia internacional de una *brecha digital* entre los usuarios de esta herramienta y aquellos individuos que aún no tienen acceso

a ella, aunque pese a ello la macro red sea herramienta de activismo y militancia política, vocera de desposeídos e insatisfechos y vehículo de comunicación de disidentes.

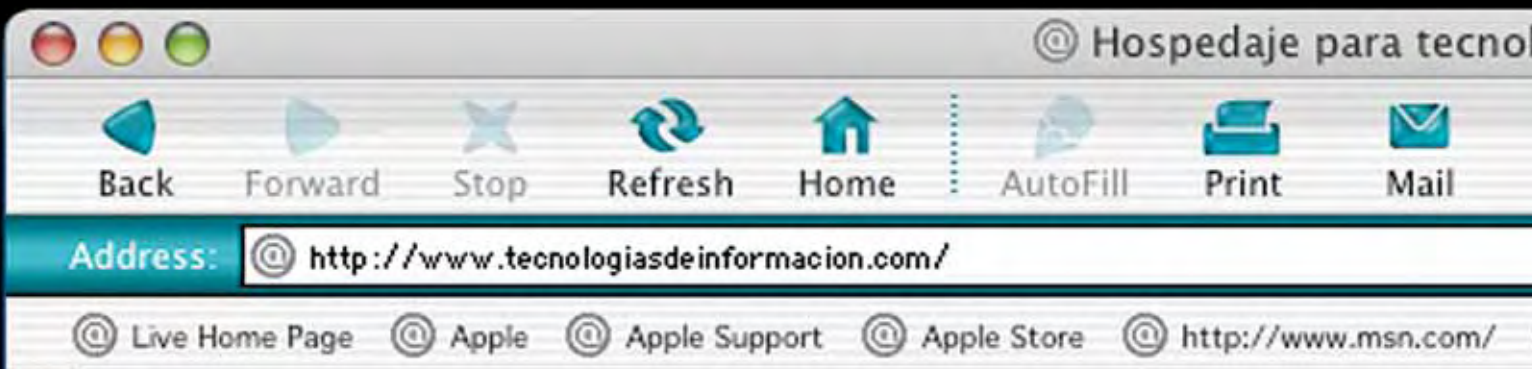
Internet ha hecho consciente a la sociedad del valor del *trabajo en red* y de los retos que conlleva, y en la búsqueda por disminuir la señalada brecha ha ayudado a las agencias gubernamentales y no, a comprender lo siguiente: para lograr la aplicación exitosa de las TI en beneficio de la sociedad es necesario desarrollar una visión integral, donde se incluyan a la par aspectos tecnológicos, sociales, culturales, económicos y políticos.

Hoy, es también factor clave para el fortalecimiento del fenómeno denominado *convergencia tecnológica*, interrelación de las TI en equipos, negocios y servicios que permite

## CONVERGENCIA DE TERMINALES FIGURA 3







el surgimiento de retos y oportunidades de innovación y aplicación al bienestar social, como las realizadas en salud y educación. (Fig. 2)

### CONVERGENCIA TECNOLÓGICA: PRIMERO EL CONSUMIDOR

La convergencia tecnológica ha acentuado la importancia del consumidor como elemento clave en la conformación de nuevos negocios y aplicaciones, y ha hecho que la televisión, la cámara fotográfica, la computadora, el teléfono y los medios de reproducción de audio y video se integren en un nuevo objetivo: producir terminales de entretenimiento, educación y comunicación *a la medida* de los usuarios, de sus necesidades reales (Fig.3).

Así, durante la década de 1990 y lo que va de este siglo se han producido importantes transformaciones en el escenario mundial de las TI, a causa de tres fuerzas fundamentales: *globalización; procesos de apertura y desregulación; y avances tecnológicos impulsados por la internet.*

La globalización creó la plataforma para el intercambio comercial y empresarial, aprovechada por las telecomunicaciones para incrementar su penetración y aplicación a través de medios alámbricos e inalámbricos, con la posibilidad de hacer negocios fuera de la oficina o comunicarse mientras nos desplazamos. Los procesos de apertura y desregulación crearon oportunidades para una mayor competencia y crecimiento de mercados a nivel nacional e internacional. La expansión de la internet y el impulso de las *empresas punto-com* desarrollaron una *euforia de inversión* que orilló a muchas compañías a comprar otras, menores pero con gran potencial de mercado en sus productos y servicios, para poder subsistir en un entorno altamente volátil.

Ante esto se creó una *burbuja financiera*, con costos por acciones empresariales altos en forma exagerada e, incluso, irreales. Sus consecuencias, importantes trastornos, con mayor impacto en el sector de las TIC: gran número de fusiones, quiebras, adquisiciones y la reestructuración de un mercado más selectivo y demandante.

### TI: RETOS Y PERSPECTIVAS

La internet se ha convertido en el motor de impulso de las TI. La velocidad con que las personas la conocen y usan afecta a los



FIGURA 4  
**Internet: Motor de impulso en nuevas tecnologías de la información**



equipos y servicios informáticos y de telecomunicaciones. Su avance se debe a la movilidad que proveen las tecnologías inalámbricas, el acceso a mayores capacidades de ancho de banda (frecuencias del espectro electromagnético) y para satisfacer a un consumidor cada vez más conocedor y exigente (Fig.4).

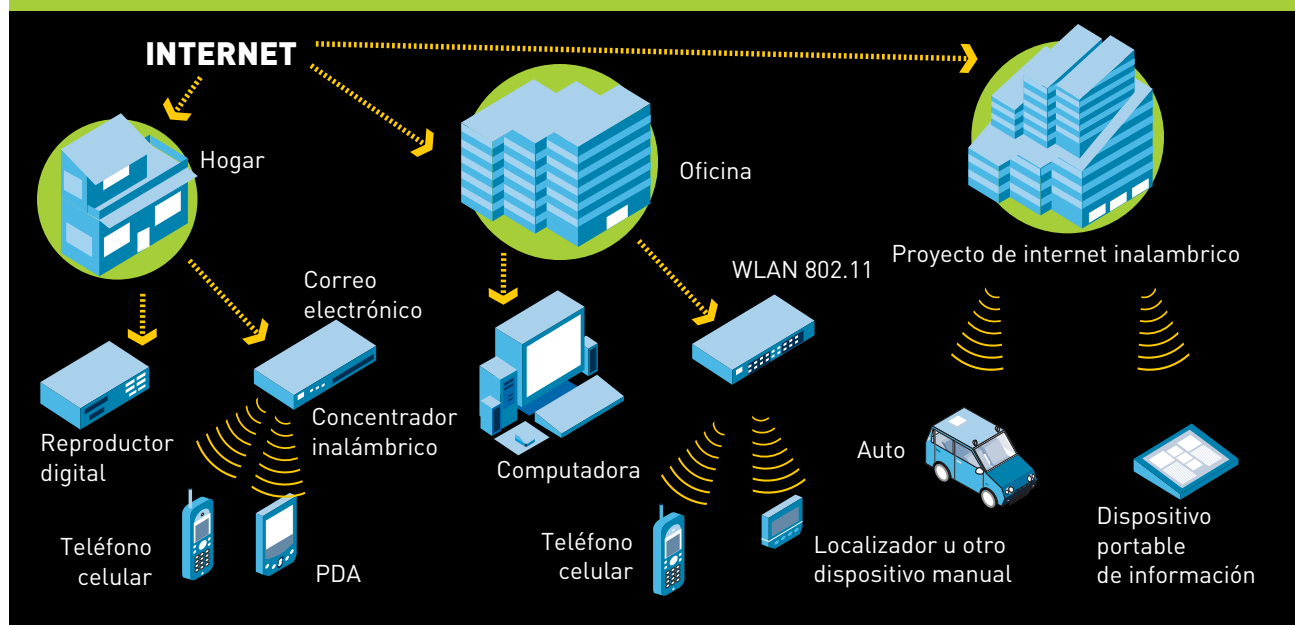
Aspecto clave en la proliferación y adopción de las TI en el mundo es el crecimiento explosivo del fenómeno inalámbrico. La aplicación de esquemas reguladores y de mercado (prepago y *el que llama paga*) causó a fines de siglo XX el desplazamiento de las líneas telefónicas tradicionales por las inalámbricas. Junto a la internet, esto tuvo importante efecto sobre el cómputo ubicuo; las terminales y los dispositivos estacionarios adquirieron capacidades móviles y, con ello, mayor flexibilidad y eficiencia de operación (Fig. 5)

Es más, las TI son hoy instrumentos para el avance de diversas disciplinas científicas. En este camino, la tecnología está en proceso de fundamentar y hacernos testigos de una nueva revolución, donde la biología, el desarrollo de materiales avanzados y las nanociencias proporcionarán alternativas innovadoras para procesar, almacenar, desplegar y transportar información. Aquí los retos más importantes no serán tecnológicos: aspectos normativos, jurídicos y éticos serán de suma importancia en el nuevo paradigma.

En la conformación de un mundo más conectado e integrado son obvias las implicaciones del *trabajo en red* individual e institucional. Las sociedades que mejor aprovechen



## LA PENETRACIÓN DEL INTERNET (FIGURA 5)



→ Las tecnologías de información deberán comprometer no sólo el desarrollo científico-tecnológico, sino el desarrollo humano

las capacidades de las TI serán las que identifiquen, desarrollen, apliquen y combinen mejor los tres elementos básicos para las redes del futuro: *fuerzas del mercado, normatividad y desarrollos tecnológicos*.

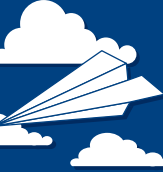
La reglamentación es necesaria para el uso eficiente, el desarrollo y la comercialización de las TI en un mundo globalizado. El adecuado balance entre avances tecnológicos y protección de la propiedad y derechos intelectuales de contenidos y programas (*software*) permitirá un desarrollo armónico del sector. A la fecha, esto aún no se logra. Para concluir, un comentario más. Es importante reconocer que si bien el gran potencial de aplicación de las TI provee oportunidades sin precedentes, en igual medida y al mismo tiempo genera vulnerabilidades e inseguridades. En suma: la aplicación adecuada de las TI requiere de un enfoque de desarrollo

*humano*, donde la tecnología sea vista sólo como vehículo integral del beneficio y la prosperidad social.

### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Arturo Serrano Santoyo, Evelio Martínez Martínez. *La Brecha Digital: Mitos y Realidades*. Fondo Editorial de Baja California: México, 2003.
- McLuhan, Marshall y B.R. Powers. *La aldea global: Transformaciones en la vida y los medios de comunicación mundiales en el siglo XXI*, Planeta-De Agostin, Barcelona, 1994.

**Arturo Serrano Santoyo** es doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por el IPN. En 1981 recibió el Premio Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones de la empresa *ALCATEL* y en 1985 el de *ERICSSON*. Ha sido consultor de la *Organización de Estados Americanos* y de la Organización de las Naciones Unidas. Actualmente es Director de Innovación y Desarrollo en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).



→ JOSÉ DE LA HERRÁN

# UN PASEO POR LOS CIELOS

## DE MARZO

**S**i observamos los cielos de marzo entre las 21 y las 22 horas, tendremos oportunidad de apreciar la constelación de Orión hacia el poniente, constelación cuyas estrellas más brillantes son Rigel, estrella blanca-azul en la rodilla oeste del gigante y Betelgeuse, estrella rojiza en su hombro este. Tres estrellas alineadas, equidistantes e igual de brillantes, forman el cinturón de Orión, que también son conocidas como los *tres reyes magos*; de dicho cinturón parece pender la espada donde se encuentra la gran Nebulosa de Orión, uno de los objetos más bellos y sugerentes, si tomamos en cuenta que en esa gran nube de hidrógeno están “naciendo” docenas de estrellas.

### → Coordenadas de los planetas (al 31 de marzo)

	Ascensión recta	Delinación
Urano	22 horas 41' 56"	-09 grados 02' 06"
Neptuno	21 horas 17' 37"	-15 grados 52' 10"
Plutón	17 horas 37' 30"	-15 grados 06' 54"

### Lluvias de estrellas

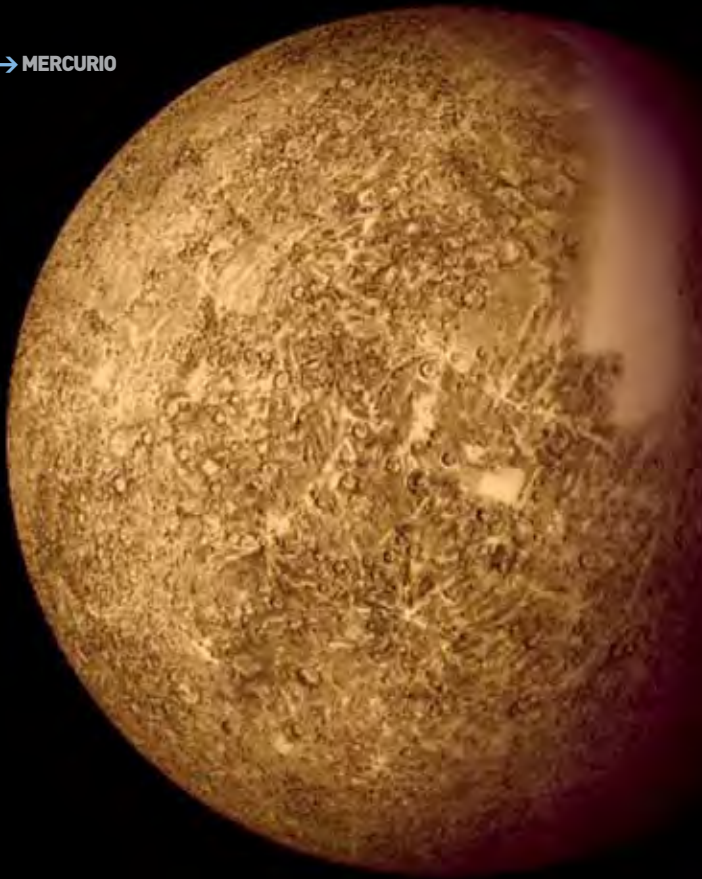
Este año pueden ser interesantes las **Nórmidas**, lluvia de estrellas pocas veces considerada por estar su radiante en el hemisferio sur (en la constelación Norma). Son estrellas fugaces rápidas (56 km/s) y su máximo ocurre el 13 de marzo. Las condiciones de observación son favorables, dado que la Luna está casi nueva y no interfiere con su brillo.

→ GRAN NEBULOSA,  
Constelación Orión

## → FASES DE LA LUNA

PERIGEO DÍA/HORA	APOGEO DÍA/HORA	LLENA DÍA/HORA	MENGUANTE DÍA/HORA	NUEVA DÍA/HORA	CRECIENTE DÍA/HORA
MARZO 7 / 22	19 / 17	3 / 12	10 / 03	17 / 13	25 / 15

→ MERCURIO



## → EFEMÉRIDES

→ MARZO

**El día 12** Mercurio en su máxima elongación este, muy brillante y visible en el oeste media hora después de la puesta del Sol.

**El día 14 de 1879** nace Albert Einstein en Ulm, Alemania.

**El día 20 a las 08:33**, ocurre el equinoccio de Primavera y comienza ésta en el Hemisferio Norte; es la fecha en que el día y la noche tienen la misma duración en toda la Tierra.

**El día 23** el pequeño planeta o asteroide Pallas está en oposición, la mejor en este decenio. Pallas fue descubierto por Olbers en 1802 y es el segundo en diámetro (608 km) de los asteroides que forman el *Anillo del Sol*; el primero, Ceres (1003 km de diámetro), fue descubierto por Piazzi en 1801.

FOTOGRAFÍA/CORTESÍA NASA



El envejecimiento de la población, con el consecuente encarecimiento del sistema de pensiones; el agotamiento acelerado del petróleo; la competencia comercial con el Asia oriental y con los granos subsidiados en los Estados Unidos, así como la desertificación, son sólo algunos de los múltiples problemas que México deberá superar durante los próximos 25 años, convirtiendo para ello su economía que ahora se sustenta, primordialmente, en la mano de obra barata, en una economía basada en el uso del conocimiento.

# BIOTECNOLOGÍA

## PRIORIDADES PARA EL DESARROLLO

GUSTAVO VINIEGRA-GONZ LEZ

Ante esto, el Consejo Nacional de Ciencia y la Tecnología presentó en su Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2001) cinco grandes áreas estratégicas de investigación: biotecnología, ciencia de los materiales, electrónica e informática, manufactura y combate a la pobreza.

Aquí, un resumen esquemático de la biotecnología basado en los argumentos del Comité de Biotecnología del CONACYT (Bolívar 2001, 2003, 2004, y Galindo y col., 2003) con sus desafíos, recursos y prioridades para el desarrollo en los diversos sectores económicos donde su influencia es y será preponderante, incluyendo la propuesta para crear la Red Nacional de Biotecnología que integrará y estimulará el trabajo de cerca de 760 biotecnólogos independientes registrados en el SNI.<sup>1</sup>

### SECTOR AGROPECUARIO: ALIMENTO Y MATERIA PRIMA PARA TODOS

**Desafíos.** Cómo alimentar bien a más de cien millones de habitantes y proveerlos de la materia prima necesaria para su sus-

tento. Cómo enfrentar la competencia desleal hacia México y ventajosa para los Estados Unidos que, a partir de 2008, podrán exportar a nuestro país, sin aranceles, muchos de sus excedentes agrícolas subsidiados.

**Oportunidades y recursos.** México cuenta con una gran diversidad biológica (CONABIO, 1992) y cultural y existe una amplia red de 70 núcleos de investigación ligados al sector (Bolívar, 2001, 2003) que apoyan el mercado nacional y las exportaciones, incluyendo los productos llamados *orgánicos* (café, frutas y hortalizas) o con *denominación de origen*. Otro recurso es el bajo costo de los subproductos agroindustriales transformables en nuevos productos como el bagazo de la caña o la pulpa del café.

### REAS Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO

**Genética y genómica vegetal y animal** Implica reivindicar y aprovechar los *genotipos*, (conjunto de factores hereditarios

que constituyen una especie o un individuo). Ejemplos: estudiar el ADN de los productos nacionales para registrarlos y protegerlos de una comercialización en manos extranjeras, desarrollar nuevas semillas resistentes a los impactos en el medio o con propiedades funcionales nuevas y mejorar razas de animales (no necesariamente transgénicas), usando marcadores moleculares. Las instituciones con más publicaciones en este campo son: la UNAM (47%), el CIMMYT (10%), el CINVESTAV (16%). Para ello se propone la creación de una red de investigación ligada al Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad Vegetal y Microbiana sito en Irapuato, Gto.

**Diversificación de las agroindustrias:** Los productos de una agroindustria pueden aumentar el desarrollo propio o de otras industrias; ejemplo: el azúcar de caña puede transformarse en etanol (un alcohol, combustible) y en los ácidos láctico, acrílico y succínico (importantes en la producción de plásticos), mientras que del bagazo se obtiene *carboxi-metil* celulosa, aditivo de los alimentos, sustancia que mejora su calidad. Las ventas de antioxidantes metabólicos (*nutracéuticos*) que se importan y extraen de muy diversos productos (Delgado-Vargas y Paredes-López, 2003) y subproductos, implican llegar a sumar cientos de millones de dólares. Algunos son el *licopeno* —el jitomate— y flavonoides como la catequina y la epicatequina, que pudieran extraerse de la pulpa del grano de café, según los estudios de la UAM y de la UNAM. Esto incluye el desarrollo de bioprocesos discutidos por Bolívar (2001, 2002, 2004).

**Biocontrol de plagas y epizootias<sup>2</sup> y biofertilización de suelos:** Las biotecnologías pueden: ayudar a controlar plagas de la agricultura (Assaf-Torres y col. 2002; Herrera-Estrella, 1998), reduciendo el uso de los plaguicidas (ejemplo: cultivos de hongos que destruyen a insectos dañinos); desarrollar procesos de biodiagnóstico y vacunas para controlar o eliminar las epizootias (ejemplo: contra la fiebre aftosa) y mejorar la fertilidad del suelo, (ejemplo: bacterias inoculadas a plantas que aumentan la fijación del nitrógeno). Estos estudios se realizan principalmente en el CINVESTAV, el ECOSUR, la BUAP, la UANL, la UNAM y el IPN.

**Protección de productos con denominación de origen:** Los productos originarios de un país o región, pueden ser protegidos por certificados de *denominación de origen* que es una forma especial de patente. Por ejemplo: el tequila, la

charanda y el sotol, con ventas anuales de mil millones de dólares. En este sentido, la biotecnología puede ayudar con el registro de los genomas de plantas, animales o microorganismos involucrados con nuevos productos susceptibles de ser protegidos con denominaciones de origen. Para ello se requiere formar especialistas en propiedad intelectual biotecnológica y depósitos legales o ceparios para el registro de los genomas.

### SECTOR SALUD: DETECTAR, PREVENIR O ATENDER

**Desafíos:** La mortalidad evitable en el país aún es alta. Por ejemplo: en 2002, la mortalidad infantil nacional era de 21 por mil, comparada con 5.4 en Canadá y 6.4 en los Estados Unidos; nuestra esperanza de vida estaba rezagada cinco años con respecto a esos países (Partida, 2002). Esto se debe a enfermedades de tipo infeccioso y cardiovascular que se reducirían si se detectaran y previesen a tiempo; ejemplos: el cólera y la amibiasis se evitarían al reducir la contaminación de agua y alimentos; y los infartos del miocardio se pueden prevenir o controlar si se diagnostica en forma temprana. La desnutrición, que es la causa principal de la mortalidad infantil, puede atacarse con alimentos de mejor calidad, enriquecidos con mejores nutrientes. Finalmente, la dependencia casi total que tenemos hacia los productos farmacéuticos (medicamentos) importados aumenta el costo de la atención a la salud y nos hace vulnerables a las presiones comerciales externas.

**Oportunidades y recursos.** En instituciones como la UNAM, el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Subirán, el Instituto Nacional de Pediatría, la UANL y el CUCS de la Universidad de Guadalajara, se han publicado trabajos en genómica humana. Algunos laboratorios de la UNAM y de la UANL están vinculados con empresas farmacéuticas nacionales, como Probiomed o Bioclón. En la UNAM, el IMSS, el IPN, los Institutos Nacionales de Salud Pública, el CINVESTAV - D. F. y la UANL, se estudian muy diversos aspectos de los sueros y vacunas. Además, desde hace siglos se conocen cientos de plantas medicinales (Aguilar y col. 1994) que esperan ser estudiadas y caracterizadas para desarrollar nuevos principios activos, base de muchos medicamentos que están siendo investigados principalmente en el IMSS, la UNAM, la Universidad Autónoma de Morelos y cinco instituciones más.





## MEDIO AMBIENTE: POR UN PLANETA DE NUEVO SANO

**Desafíos.** No por conocidos son menos graves los problemas ambientales cotidianos: contaminación de suelos, aguas y atmósfera, así como pérdida de biodiversidad a causa de la reducción de bosques y de suelos ricos en materia orgánica.

**Oportunidades y recursos.** El principal recurso es una red de investigación ambiental integrada en una primera instancia por la UAM, la UNAM y el CINVESTAV, con procesos patentados para

la solución de situaciones de contaminación en agua, suelos y atmósfera. Junto a él, tenemos las investigaciones relacionadas con reforestación del COLPOS, el INIFAP y la CONAZA, y también se encuentran otras instituciones con trabajo en este campo: la U de G, la UANL, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Veracruzana.

### REAS PARA DESARROLLO:

**Prevención y biodiagnóstico de enfermedades:** El genoma humano (Venter y col. 2001) se estudia en las instituciones citadas en Oportunidades y recursos, lo cual llevará al desarrollo de nuevos enfoques para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades; ejemplo: la detección y el tratamiento tempranos de cáncer y diabetes que pueden ahorrar en la atención a la salud cientos de millones de dólares. El laboratorio Bioclón estudia nuevos productos para bio-diagnóstico (Martínez Ramírez, 2003).

**Nuevas medicinas y vías de su aplicación incluyendo las proteínas transgénicas.** Probiomed ya produce: la eritropoyetina que promueve la formación de glóbulos rojos en pacientes sujetos a quimioterapia y el interferón, que es usado contra ataques virales.

**Sueros y vacunas:** El Gobierno Federal gasta cientos de millones de dólares para vacunar a la población. Algunas de las vacunas se producen en Laboratorios de Biológicos y Reactivos de México. S. A. de C. V. (BIRMEX), y los antígenos producidos por microorganismos genéticamente controlados van a reducir los costos de producción en forma considerable (Daar y col. 2002). Bioclón, con apoyo de la UNAM ha desarrollado un suero anti-alacrán que es de los mejores del mundo. El estudio de bioprocesos con biocatalizadores es un campo de soporte a estos desarrollos biotecnológicos (Bolívar 2004).

**Aprovechamiento de la medicina tradicional.** Como se indicó en Oportunidades y recursos, hay más de media docena de instituciones que estudian este campo. La producción de estos medicamentos, bajo criterios estrictos de control de calidad, puede generar mucho empleo y atender problemas médicos. En España, los esteroides (flavonoides) de la soya y la linaza se usan en forma masiva para reducir los síntomas de la menopausia y el riesgo de contraer cáncer. En Francia la fito-terapia se encuentra en pleno auge.

### REAS PARA DESARROLLO:

**Tratamiento de aguas residuales.** Para tratar 80% del caudal de aguas servidas se necesitan más de tres mil millones de dólares. La UAM y la UNAM (Noyola, 1994, 1999; Monroy y col. 2000) han competido con éxito contra la tecnología importada con su nueva tecnología de digestión anaerobia acelerada (sin necesidad de oxígeno). Ahora hace falta la construcción de instalaciones baratas y eficientes para tratar los desagües en poblaciones pequeñas que no pueden pagar los costos altos de ingeniería, pero tienen mano de obra disponible y en dónde se encuentra la más alta mortalidad por enfermedades gastrointestinales evitables.

**Tratamiento de residuos orgánicos sólidos.** Cada año se generan casi 15 millones de toneladas diarias de basura biodegradable. Los problemas principales son los costos de su transporte y el agotamiento de los espacios para su entierro sanitario. Sin embargo, la UAM, la UNAM y el IPN tienen la capacidad técnica necesaria para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y su conversión en materia orgánica o *humus* para los suelos.

**Conservación de la biodiversidad.** La biodiversidad es una de las mayores riquezas para el desarrollo futuro. Entre las instituciones que estudian este problema sobresalen: la UNAM, el CIBNOR, el INECOL y el ECOSUR.

**Tratamiento y prevención de descargas atmosféricas industriales.** PEMEX es la principal fuente contaminante, con descargas sulfurosas atmosféricas. Muchos microorganismos pueden



oxidar los compuestos sulfurosos volátiles para su separación de las descargas de las refinerías o de los procesadores de gas natural o de los combustibles. En colaboración con la UAM, hace más de 10 años la empresa Cydsa (Torres-Cardona, 1993) comercializó una patente para eliminar los gases sulfurosos de una fábrica de celofán usando cultivos de microorganismos sulfoxidantes. Por otro lado, el diesel mexicano aún tiene demasiado azufre (350 ppm) y para llegar a la norma internacional (50 ppm) requiere de un proceso barato, éste podría ser de tipo bioquímico.

### MAR, LAGOS, RÍOS: POR UNA ACUACULTURA DISTINTA

**Desafíos.** Tres, fundamentales: el rezago de la industria pesquera nacional y de la acuicultura (son muy pocos los productos marinos de alto valor agregado que se han industrializado), la contaminación de los litorales y el rezago de la investigación en este campo (Bolívar y col. 2001).

**Oportunidades y recursos.** Un extenso y variado litoral, además de 15 grupos de investigación, 60% de cuyas investigaciones se realizan en la UNAM, el IPN, la UABC, la U de G, el CICESE, el CIAD y el CIBNOR, principalmente en los campos de hidrobiología, pesca, parasitología y ecología, e identificando muchas oportunidades para mejorar y diversificar la producción de este rubro.

#### REAS PARA DESARROLLO:

**Acuicultura.** En la mayor parte de nuestro territorio, el clima favorece esta rama de producción (Gracia, 2001), y los centros mencionados en Oportunidades y recursos, así como otros más, tienen la infraestructura y los medios necesarios para desarrollar la tecnología necesaria.

**Productos bioactivos.** Recientes investigaciones realizadas en el CICESE, el CIBNOR de La Paz y el CINVESTAV, sede Mérida, en colaboración con la UNAM han identificado y aislado varios productos bioactivos de origen marino como antibióticos, enzimas *proteolíticas* (capaces de ablandar la carne) y antígenos para pruebas de pirógenos (agentes tóxicos en medicamentos).

**Biorremediación de litorales.** Estos procesos deberán ser compatibles con la salinidad y la temperatura de cada zona; ejemplos: humedales para filtrar aguas contaminadas y biorreactores con microorganismos marinos que sobrevivan para tratar la contaminación derivada de fábricas que usan agua salada en sus procesos (Gracia, 2001).

**Bioprocesos de origen marino.** Las algas de Baja California se usan para producir gomas de uso diverso. Pero falta una industria integrada para aprovechar los subproductos de la pesca; ejemplo: los residuos de crustáceos para producir quitosanos (polímeros derivados de los caparzones de los crustáceos), lo cual sucede en forma incipiente en Saltillo, con apoyo de la Universidad Autónoma de Coahuila. Así, faltan estudios para aprovechar la biodiversidad de nuestros litorales (Gracia, 2001).

### ALIMENTOS: CONTRA LA COMPETENCIA DESIGUAL

**Desafíos.** Están ligados de manera directa a los del sector agropecuario, aunque de manera particular se consideran los efectos de la apertura comercial de 2008 en la industria del nixtamal y la tortilla, o la competencia actual del café vietnamita.

De hecho, cada vez hay más países exportando a México productos que afectan la viabilidad del rubro alimentario.

**Oportunidades y recursos.** Las principales oportunidades son las tradiciones gastronómicas y sus denominaciones de origen; ejemplos: tortillas y productos similares con sabores, texturas y aromas característicos. Por otro lado, hacen falta nuevos productos para fortalecer el mercado nacional, como pueden ser derivados fermentados de la caña de azúcar que sean materias primas de la industria de los polímeros. Los residuos agroindustriales digeribles, como la melaza de caña, pueden emplearse alimento para el ganado.

Otro recurso importante es el desarrollo de agroindustrias nuevas apoyadas por centros de investigación agronómica y biotecnológica, como: el INIFAP, el COLPOS, el CINVESTAV, la UAM, la UNAM, el CIATEJ, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los institutos tecnológicos (Celaya, Veracruz y Durango) y los ITA 25 y 33.

#### REAS PARA DESARROLLO:

**Industria del maíz.** Sus problemas más importantes, en lo que a biotecnología se refiere son: la reducción de la contaminación del grano por aflatoxinas (venenos cancerígenos producidos por mohos); la identificación de las secuencias genómicas que faciliten la selección de las variedades de maíz resistentes a la infestación de los granos por insectos; el desarrollo de prácticas de manufactura (Iturbe y col. 1996) y semillas que den mayor calidad a la tortilla, y el tratamiento sencillo y efectivo de las aguas residuales de más de 25 mil molinos de nixtamal





que en más de 90% están fuera de norma en sus descargas líquidas. Con estos desarrollos se facilitará la consolidación nacional de las cadenas económicas de producción de tortillas en forma de productos certificados es otra manera de contrarrestar la importación de semillas de bajo precio.

**Industria del azúcar:** Además de lo dicho en el apartado de oportunidades, un aspecto crucial en esta industria es el desarrollo de bioprocesos que ahorren energía y por ello liberen bagazo que se usa como combustible para producir derivados de sus componentes (lignina y celulosa). Aquí la biotecnología podrá ayudar al desarrollo de procesos más baratos, usando enzimas y procesos químicos, para separar la celulosa de la lignina con menos gasto de energía. Los excedentes de caña o sus derivados (melaza y bagazo) pueden ser transformados en alimentos para el ganado (Ivarez y col., 1979; Viniegra y col.). Esto es de gran importancia ahora que se anuncia el cierre de más de 30% de los ingenios.

**Industria del café.** En la UAM, la UNAM y el INECOL se han desarrollado bioprocesos para tratar las aguas residuales de los benéficos húmedos que contaminan las corrientes fluviales de las zonas cafetaleras. En el CINVESTAV se investiga el desarrollo de nuevas variedades cafetaleras resistentes a las plagas, mientras en el ECOSUR y la UV se producen microorganismos para combatirlos. El Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán trata de producir variedades con distintos contenidos de cafeína. En la Universidad Autónoma de Chapingo se integra un banco de germoplasma del café y, en la UAM, se diversifica el uso de los subproductos de la cereza. Con todo esto se espera apoyar a los productores nacionales para producir café orgánico (sin insumos químicos, con menos costo y sin contaminar al medio). Sólo en Chiapas, se produce 40% del café orgánico del mundo.

**Industria de licores y bebidas.** Gran parte de los aromas y el gusto de estos productos se deriva de fermentaciones y oxidaciones secundarias asociadas a la fermentación alcohólica

y dependen de la calidad bioquímica de las materias primas usadas. El Instituto Tecnológico de Celaya, la U de G, el CIATEJ, el CICY y el ITA - 26 ya están apoyando la industria productora de tequila y mezcal que es una fuente importante de divisas provenientes de la exportación.

#### PARA CONCLUIR, REFORZAR LO DICHO

El análisis anterior muestra que los biotecnólogos nacionales han logrado identificar sus prioridades en campos de gran importancia para nuestro desarrollo. También muestra que más de 750 investigadores calificados en este campo pueden ser considerados recurso importante para superar algunos de los desafíos que presenta nuestro desarrollo. Para convertir estos conceptos en realidades hace falta que el PECYT otorgue recursos para crear la Red Nacional de Biotecnología, en cumplimiento con lo estipulado por la Ley de Ciencia y Tecnología que indica necesaria la creación de redes nacionales de investigación.

#### Siglas de Instituciones

BIRMEX	Biológicos y Reactivos de México, S. A. de C. V.
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CIAD	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
CICESE	Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada
CICY	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán
CIMMYT	Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo
CINVESTAV	Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
COLPOS	Colegio de Postgraduados
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Diversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Áridas
CUCS	Centro Universitario de Ciencias de la Salud
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INECOL	Instituto de Ecología
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ITA	Instituto Tecnológico Agropecuario
PECYT	Programa Especial de Ciencia y Tecnología
U de G	Universidad de Guadalajara
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UV	Universidad Veracruzana

● Consulte las referencias bibliográficas en [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx), en el vínculo *Ciencia y Desarrollo*

**Gustavo Viniegra González** es doctor en biofísica por la Universidad de California. Sus líneas de investigación: "Fermentaciones de substratos sólidos y producción de enzimas por cultivos de *Aspergillus niger*" y "Modelos matemáticos del crecimiento de hongos filamentosos en substratos sólidos". En 1985 fue acreedor al Premio Nacional al Mérito en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Es Profesor Distinguido de la UAM e Investigador Nacional Emérito.



# RUIDO BLANCO

CIERTAMENTE, EL SER HUMANO TIENE CONTACTO CON LO MÁS PROFUNDO DEL COSMOS. PARA ELLO LE BASTA CON ENCENDER UN TELEVISOR Y SINTONIZARLO EN UN CANAL QUE NO CAPTE SEÑAL ALGUNA PARA PODER VER Y ESCUCHAR ALGO LLAMADO “RUIDO BLANCO”

**E**ste tiene su origen en la llegada al receptor de la radiación cósmica, integrada por señales electromagnéticas totalmente aleatorias, desorientadas y sin estructura alguna, que arriban a nuestro planeta desde los confines del universo. Con ellas llegan también otras partículas conocidas como rayos cósmicos que provocan la aparición de una interminable difusión de manchitas claras y oscuras, en una pantalla de televisión, sin orden alguno así como un ruido característico, que a algunos recuerda el sonido producido por un sartén con aceite en el que se fríe algún alimento. Este sonido se conoce como “ruido blanco” –que es la voz del más puro azar– y se trata de la combinación de todas las frecuencias de sonido.

Pero muchos seres humanos no logran resistir la tentación de encontrar conexión con fenómenos misteriosos aún en los acontecimientos más azarosos de la naturaleza, por lo cual no han faltado interpretaciones caprichosas que van desde la convicción de que tal ruido tiene propiedades terapéuticas y relajantes, hasta el más reciente mensaje, que se convirtió en tema de una película hollywoodense, *Ruido blanco*, de Geoffrey Sax, protagonizada por Michael Keaton, donde se asevera que los muertos (en

espíritu) intentan comunicarse con los vivos a través del ruido blanco producido por los aparatos electrónicos.

El motivo por el cual los difuntos encuentran más conveniente manifestarse con increíble precisión, induciendo radiaciones electromagnéticas moduladas en los complejos circuitos electrónicos de un aparato de televisión o de una grabadora que, por ejemplo, produciendo sonido directamente en el aire o haciendo vibrar los tímpanos de los seres humanos, es un misterio.

Difícilmente puede decirse que alguno de los muertos que trata de hablarnos mediante aparatos electrónicos de comunicaciones, en realidad haya tenido en vida el conocimiento técnico para intentarlo con éxito.

Obviamente, detrás de estas afirmaciones está una hipótesis inconsciente, implícita en el criterio de toda persona ignorante: que la comunicación, en este caso electrónica, se logra mediante un mecanismo maravilloso, casi mágico, ubicado en una “caja negra”, y que los espíritus tienen a su alcance un suficiente conocimiento infuso y las formas mágicas para interactuar sin falla con esos aparatos. Se pueden encontrar en la red varios ejemplos de supuestos sonidos de ultratumba captados ya sea por grabadoras o televisores.<sup>1</sup>

El fenómeno de las supuestas voces electrónicas no es reciente. Alrededor de 1927, Tomás Alva Edison utilizó, sin éxito, todos sus talentos y recursos para construir un aparato que permitiera comunicarse con los espíritus de los muertos. Lo intentó con un grabador de discos de fonógrafo al que adaptó una gran antena y también utilizó reactores químicos que podrían afectar un disco de baquelita.

Otro precursor fue el sueco Friederich Jurgenson, quien en 1959 colocó una grabadora en el campo para captar los sonidos de las aves, obteniendo en cambio el registro de tenues voces humanas que, según él, no respondían a una presencia física. Poco después, empezó a reconocer algunas de esas voces, incluyendo la de su propia madre que lo llamaba usando su sobrenombre de cariño.

El doctor Konstantin Rudive, soviético letón, también intentó captar voces del más allá en grabadoras activadas en lugares solitarios, y en algún momento afirmó haber obtenido voces en alemán, letón y francés, incluyendo una voz que decía en este último idioma "Va dormir Margarete".

Sorprende así siempre lo irrelevante de la información que por estos medios supuestamente transmiten los difuntos, se trata siempre de frases sin sentido o bien de advertencias obvias o de lamentos. No parece esto justificar el esfuerzo que harían los muertos al buscar comunicarse por medios electrónicos, aunque algunos parapsicólogos afirman que estas almas no saben que lo están haciendo, algo que hace al supuesto fenómeno todavía más irrelevante.

Las voces así captadas se clasifican, según Alcock<sup>2</sup>, en: *voces de micrófono*, captadas del aire por un receptor y una grabadora; *las voces de radio*, registradas al captar el ruido blanco de un receptor no sintonizado en alguna estación en particular, y *las voces de diodo* registradas en un circuito electrónico no receptor de radio. Algunos creyentes afirman haber captado voces habladas en reversa, como se asevera que ocurre con ciertos discos de rock. Pero si los muertos pueden lograr que la flecha del tiempo cambie de dirección, bien pueden trasladarse así a un momento en que todavía estuvieran vivos en el pasado, y recuperar de esta manera el acceso al mudo de los vivos.

En realidad, hay dos explicaciones sobre lo que se llega a captar en aparatos electrónicos (si uno elimina los casos de bromas o falsifica-



ciones). Una voz inesperada en una grabación se puede deber a algo que se llama *transmodulación*, un suceso común de interferencia que se aprecia cuando ciertos aparatos de audición electrónica, como teléfonos o grabadoras, captan señales de radio. Otra posibilidad es que ocurra una *apofenia*; fenómeno psicológico perceptivo en el que detectamos conexiones inexistentes y hallamos causalidad en cosas no relacionadas entre sí. Detectamos así con frecuencia patrones que no existen, tal y como ocurre con las pruebas Rorschach, con manchas simétricas de tinta, que los psicólogos usan para analizar a sus pacientes.

Las percepciones de patrones de imágenes en cinescopios de televisión encendidos sin señal se asemejan también a las interpretaciones de los asientos del café en las tazas que usan los que leen la fortuna por este medio.

Desde luego, cualquiera puede hacer sus pruebas particulares sobre este asunto y ponerse a escuchar grabaciones dejadas transcurrir en el campo; a escudriñar largamente señales de radio o televisión, o bien contemplar la pantalla durante horas para ver si aparece algo que parezca una señal inteligente. No hay que olvidar, por otro lado, que para ser significativo, un resultado positivo debe ser repetible y reproducible por otros experimentadores. ●

#### REFERENCIAS

- 1) <http://members.tripod.com/~GSOLTESZ/evp.htm#listen>  
<http://www.mdani.demon.com.uk>
- 2) *Electronic Voice Phenomena. Voices of the Dead?*  
James E. Alcock, PhD.  
<http://www.csicop.org/list/listarchive/msg00471.html>

## Los Centros del Sistema Conacyt

En el marco del xxx aniversario de la revista *Ciencia y Desarrollo*, es importante hacer mención de la presencia y aportaciones al escenario de la investigación científica de los 27 Centros Públicos de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico que actualmente forman el Sistema CONACYT, como una evidencia de lo que es posible hacer en nuestro país en materia de excelencia en el conocimiento científico y tecnológico, así como en las mejoras que reflejan la influencia de estas labores de estudio en todos los aspectos de nuestra sociedad. Hemos agrupado los Centros del Sistema CONACYT, de acuerdo con las áreas de su investigación, en cuatro rubros. A continuación daremos una breve semblanza de ellos.

### CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

**CIAD** (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.)



**CIAD, A.C.**

Fue formalmente fundado en 1982, y en 1987 se instaló en las inmediaciones de la ciudad de Hermosillo, Sonora, donde actualmente está su sede. Tuvo como antecedente el Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de Noreste (IIESNO) y conserva los objetivos por los cuales fue creado: la investigación científica y tecnológica en ciencias exactas, naturales y sociales, orientada a las áreas de alimentos, desarrollo socioeconómico y recursos naturales, así como la formación de profesionales en estas materias, y la oferta de apoyo científico y técnico a distintos sectores de la sociedad mexicana, en las ramas de su competencia.

Uno de los proyectos más actuales e importantes del CIAD es el de "Evaluación de la presencia de la bacteria *Vibrio parahaemolyticus* cepa tdh+ como agente causal en la epidemia de intoxicación por consumo de camarones contaminados en Mazatlán, Sinaloa en el año 2004". Mediante el empleo de técnicas moleculares fue posible identificar a la bacteria *Vibrio parahaemolyticus* cepa tdh+ como causa de dicha intoxicación, con lo cual se afinaron los tratamientos para más de mil pacientes hospitalizados y se determinaron las estrategias de cuarentena para proteger una industria que genera más de 300 millones de dólares anualmente.

**CIBNOR** (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, s. c.)



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.**

Tuvo como antecesor el Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz (CIB), fundado en 1975. En 1994 cambió su nombre por el que actualmente tiene. Las instalaciones de su sede están en San Juan de La Costa, hacia la ensenada de La Paz, Baja California Sur. Desde sus orígenes ha estado orientado a la investigación científica y tecnológica en ecología terrestre, biología marina y biología experimental, a la formación de profesionales en estos campos del conocimiento y a la asesoría a particulares y gobierno para aprovechar mejor los recursos naturales con que se cuenta. Uno de sus más importantes proyectos actuales, llamado "Mejoramiento genético del camarón", pretende conformar un pie de cría de este crustáceo con un mínimo de 200 familias para su mejoramiento genético, además de que, simultáneamente, se busca la domesticación y perfeccionamiento genético del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*); todo lo cual se traducirá en beneficios para la industria acuícola.





**CICY** (Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.)



Lo que inicialmente fue una propuesta encaminada al estudio de los distintos aspectos involucrados en la producción del henequén en la península yucateca, en 1979 se consolidó como

un organismo dedicado a las ciencias naturales y su aplicación práctica que habría de ayudar a los sectores agrícola e industrial, no sólo del área donde está establecido, sino de diversas regiones del país, y no únicamente en torno a la producción del henequén, sino en general alrededor de la explotación de cualquier recurso natural de diversos lugares de México. Este organismo es conocido como CICY y su sede está actualmente en Mérida, Yucatán.

En este momento, uno de los proyectos que ocupa a la mayoría de sus investigadores es el nombrado "Caracterización genética y molecular del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) de la Península de Yucatán". Esta investigación persigue como objetivos la colecta y conservación de los recursos fitogenéticos existentes para este cultivo en el estado de Yucatán, así como su caracterización bioquímica y molecular. Son de particular interés los aspectos relacionados con la capsaicina y sus derivados con diversas aplicaciones industriales y farmacéuticas. Se abordan diferentes características de esta sustancia tales como el conferir resistencia a enfermedades y sus propiedades pungentes (picantes), entre otras. Se estudian, asimismo, las metodologías para la conservación del germoplasma, la producción de la semilla y sus requerimientos nutricionales e hídricos. Los alcances de este proyecto inciden no sólo en la solución de problemas relacionados con la productividad del cultivo, sino también en la obtención de conocimientos sobre la biología básica de la especie.

**CICESE** (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.)



En 1972 se inició un proyecto del CONACYT llamado Estudios Oceanográficos en Aguas Adyacentes al Territorio

Nacional en la ciudad de Ensenada, Baja California, que un año después —1993— oficialmente tomaría el nombre de CICESE. Actualmente su sede está ubicada en la carretera Tijuana-Ensenada. Las metas que persigue son: la investigación científica y tecnológica en áreas de Biología, Ciencias de la Tierra, Oceanología y Física aplicada para contribuir a la formación de profesionales de estas disciplinas que colaboren con asesoría y productos científicos y tecnológicos a la solución de problemas regionales y nacionales relacionados con sus áreas de competencia.

A través de sensores remotos, observatorios *in situ* y estudios de campo, el CICESE mantiene desde hace años el proyecto "Análisis de riesgos de desastres naturales", que permite predecir la posible ocurrencia de

*tsunamis*, acontecimientos meteorológicos extremos e incendios forestales, así como generar herramientas que ayuden a conocer mejor sus efectos. Estas investigaciones incluyen el estudio de la respuesta de las zonas urbanas ante sismos intensos, el cual guarda una estrecha vinculación con las dependencias federales, estatales y regionales correspondientes.



**CIMAV** (Centro de Investigación en Materiales Avanzados, s. c.)



Se formó en 1994 y actualmente tiene su sede en la ciudad de Chihuahua. La importancia del estudio de los materiales con que los humanos fabricamos nuestra civilización es correlativa con el grado de avance tecnológico y científico de un país. De ahí que este centro sea un promotor del progreso y de las tecnologías de punta en nuestra nación, ligado íntimamente con las demandas y necesidades de la industria mexicana.

Dentro de sus proyectos más destacados está el "Desarrollo de catalizadores para eliminación de azufre en fracciones de petróleo", que consiste, sucintamente, en diseñar un catalizador a base de materiales nanoporosos con alta capacidad para la eliminación de compuestos sulfurados presentes en el petróleo mexicano. Los altos contenidos de azufre de los hidrocarburos nacionales han constituido un importante obstáculo para su comercialización ventajosa en el ámbito internacional; he ahí la importancia del éxito de este estudio. El prototipo diseñado por el CIMAV, con dos patentes registradas en los Estados Unidos, en colaboración con la Universidad de Texas, en El Paso, iguala el desempeño de los productos más avanzados para este tipo de aplicaciones, y que son utilizados comercialmente por las más importantes compañías de refinación en el mundo.

## CIMAT (Centro de Investigación en Matemáticas, A. C.)



### CIMAT

Nació formalmente en 1980, en la ciudad de Guanajuato y sus metas son: la formación de profesionales en las áreas de matemáticas básicas, probabilidad y estadística y ciencias de la Computación, así como dar capacitación y adiestramiento a estudiosos de otras disciplinas usuarias de la matemática, y asesoría técnica en la modernización tecnológica de entidades privadas o gubernamentales. Actualmente trabaja en un proyecto integral para atender las necesidades de la industria de *software*, mediante la formación de recursos humanos de alto nivel en tecnología y metodologías avanzadas en ingeniería de *software* que aporten conocimientos de elevada calidad en los campos de procesos y calidad de *software*, los cuales, relacionados con el sector productivo, tendrán un impacto económico importante. Para ello, con apoyo del Fondo Mixto CONCYTEG, el CIMAT ha iniciado el Programa de la Maestría en ingeniería de *software* (MIS).

## INECOL (Instituto de Ecología, A. C.)



### INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.

Los problemas del cuidado y la explotación adecuada del medio ambiente son una preocupación para todas las naciones del planeta. En México, una respuesta ante esta inquietud es la institución, consolidada en 1974 en la Ciudad de México, D. F. y que hoy tiene su sede en Xalapa, Veracruz, aunque conviene destacar el casi simultáneo inicio de labores de una de sus sub-sedes, en Durango. Como en sus orígenes, la misión del INECOL es realizar investigación básica y aplicada en ecología, biosistemática, conservación y uso de recursos naturales; la divulgación, difusión y publicación de resultados de estas investigaciones; la capacitación de profesionales en las áreas de su competencia, y promover el intercambio de conocimientos con instituciones similares en México y el extranjero.

Uno de sus más destacados proyectos actualmente es el "Protocolo de investigación para determinar el estatus del aguacate (*Persea americana* cultivar Hass) como planta hospedera potencial de las moscas de la fruta (*Diptera: Tephritidae*) del género *Anastrepha* (i. e. *A. ludens*, *A. obliqua*, *A. serpentina* y *A. striata*) a diferentes niveles altitudinales y periodos de cosecha en Michoacán, México", el cual se realiza en colaboración con la Asociación de Productores, Empacadores y Exportadores de Aguacate de Michoacán (APEAM, A.C.). El impacto que han tenido los resultados de este estudio ha incidido en la exportación del aguacate en los Estados Unidos: al inicio de este proyecto, el cliente vendía su producto a 19 estados de la Unión

Americana durante cuatro meses, y ahora exporta su cosecha a 31 estados durante seis meses. Se subraya el hecho de que, gracias a una intervención similar del doctor Aluja en 1995, fue posible abrir el mercado de los Estados Unidos a la exportación de aguacate Hass mexicano, que se había mantenido cerrado durante 80 años. Otra de las conquistas alcanzadas con este proyecto



es el registro de la primera patente en la historia del INECOL: el producto científico fue oficializado por la Oficina de Patentes en los Estados Unidos en fecha reciente, y se encuentra en trámite una aprobación similar en México, Costa Rica y Brasil.

## CIO (Centro de Investigaciones en Óptica, A. C.)



Fue fundado en 1980, en León, Guanajuato, donde tiene su sede. Pese a que el campo de investigación pura es altamente especializado, sus aplicaciones prácticas se ubican en un espectro que va desde las telecomunicaciones, la producción industrial, la computación y la automatización hasta las producciones artísticas en que se usa el láser. Por ello, al igual que todos los centros CONACYT, el CIO persigue metas tanto científicas como tecnológicas en las que es primordial la formación de profesionales en las disciplinas de la óptica que dan asesoría y consultorías al sector productivo privado o público.

La colaboración tecnológica entre el CIO y la empresa Augen Ópticos, de Ensenada, Baja California, comenzó hace 15 años. En los últimos años se consolidó de manera significativa con al menos tres proyectos sustanciales de desarrollo tecnológico. En particular se concluyó uno de ellos para diseñar lentes oftálmicos atóricos y no esférico de potencia progresiva. El entregable fue un *software* que ha sido utilizado exitosamente para diseñar la línea de lentes atóricos que comercializa Augen Ópticos en nuestro país y en el extranjero.

## INAOE (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica)



Su antecedente fue el Observatorio Astrofísico Nacional, en Tonanzintla, fundado por Luis Enrique Erro en 1942. El INAOE, como tal, surge en 1971, ocupando las instalaciones de Tonanzintla, Puebla. Sus objetivos han sido formar profesionales en las áreas de astrofísica, óptica y electrónica, que contribuyan concertadamente con investigadores de otros institutos nacionales y extranjeros al conocimiento astronómico universal. En estas fechas, uno de sus proyectos más ambiciosos es la construcción de "El Gran Telescopio Milimétrico (GTM)" en la cima del volcán Sierra Negra, el cual será el teles-

copio más grande de su género en el mundo. El G<sub>TM</sub> tiene una antena de 50 metros de diámetro diseñada para captar radiación con longitud de onda entre 0.8 y 3 milímetros, rango óptimo para el estudio de objetos celestes fríos, como las enormes nubes de polvo y gas molecular en las cuales se forman las estrellas. El G<sub>TM</sub> permitirá estudiar la formación de las primeras estrellas y galaxias cercanas; incluso nuestro propio Universo.



**IPICT** (Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.)



Fundado recientemente (noviembre de 2000) y ubicado en el camino a la Presa San José, fuera de la ciudad de San Luis Potosí, se aboca a la investigación básica y técnica en las áreas de biología molecular, ingeniería ambiental y manejo de recursos naturales renovables, materiales avanzados, matemáticas aplicadas y sistemas computacionales, así como geología económica. Sus metas son la formación de recursos humanos de alto nivel, la divulgación del conocimiento y la innovación tecnológica, todo esto con miras a ser una institución líder con prestigio internacional que contribuya a la descentralización de la investigación en México.

Entre sus proyectos actuales más relevantes destaca el de "Diagnóstico bioquímico, inmunológico y molecular de enfermedades en jitomate y chile, en el estado de San Luis Potosí, e implicaciones ecológicas de la distribución de enfermedades en la región", cuyo objetivo es diagnosticar certera y oportunamente enfermedades de hortalizas para reducir pérdidas y conocer la distribución de las enfermedades más importantes en la zona y su impacto en diferentes cultivos. Sus resultados se han hecho sentir: actualmente se cuenta con dos pruebas bioquímicas, diez inmunológicas, tres moleculares estandarizadas para las principales enfermedades de jitomate y chile de la región; se ha difundido entre asociaciones de agricultores y técnicos agrícolas la implementación del diagnóstico en los cultivos; se han reducido las pérdidas hasta en 30% en empresas productoras de plántulas. En menos



de cinco años, por cada peso invertido en el proyecto, los agricultores y agroindustrias habrán obtenido una ganancia 250 veces mayor, en promedio, y sólo en San Luis Potosí.

## CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**CIDE** (Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C.)



**CIDE**

Su creación se remonta a 1973, cuando el gobierno federal aprobó el proyecto de su consolidación, un año después quedó formalmente inscrito ante la SEP y en 1979 se estableció en su domicilio actual (carretera México-Toluca, Lomas de Santa Fe, México, D. F.); pero no fue sino hasta 1984 cuando se incorporó al CONACYT, redefiniendo sus propósitos, los cuales son: investigación científica y capacitación de recursos humanos en las áreas de economía, administración pública, estudios políticos e internacionales. El CIDE pretende producir y difundir conocimientos sobre aspectos medulares de la realidad social contemporánea y contribuir con ellos al desarrollo del país.

Cumpliendo con su compromiso social, el CIDE lleva a cabo, a través de su División de Economía, el proyecto de la "Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares (ENNVH)", que tiene como objetivo generar una base de datos multitemática de carácter longitudinal con representatividad nacional sobre la dinámica de bienestar de los mexicanos. La línea basal, ENNVH-1, reúne información demográfica, de salud, educación, empleo y migración, en forma individual y familiar. Cuenta con datos comunitarios sobre escuelas, proveedores de servicios de salud, precios y programas sociales.





La ENNVIH-1 concluyó en 2002 y su información puede consultarse en la página [www.ennvih.cide.edu](http://www.ennvih.cide.edu). El segundo levantamiento (ENNVIH-2) se llevará a cabo en 2005; el tercero y cuarto paneles (ENNVIH-3 y -4) se levantarán en 2008 y 2011. El carácter longitudinal por un periodo de 10 años de duración permitirá analizar la dinámica del bienestar de los mexicanos a partir del tránsito de la niñez a la adolescencia, de la adolescencia a la edad adulta, y a la vejez. Los levantamientos recabarán información de los individuos originalmente encuestados, independientemente de su lugar de residencia dentro de la República Mexicana y los Estados Unidos, lo que permitirá analizar en forma orgánica el fenómeno migratorio de nuestra población.

El CIDE tiene la firme convicción de poner la información de la ENNVIH en el dominio público, y de esta manera contribuir al debate nacional sobre la dinámica del bienestar de los mexicanos que conlleve a mejores prácticas de política social. La planeación y dirección del proyecto está a cargo del CIDE y la UIA, en asociación con el California Center for Population Research de la UCLA. Los levantamientos ENNVIH-1 y ENNVIH-2 cuentan con financiamiento del CONACYT, los National Institutes of Health, la Fundación Ford, SEDESOL y BANAMEX, entre otras instituciones.

**CIESAS** (Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social)



En 1973 se fundó el Centro de Investigaciones Superiores del Instituto Nacional de Antropología e Historia (CIS-INAH), ahora CIESAS, y tuvo su sede en la

Ciudad de México. Sus líneas de investigación giran en torno a las disciplinas sociales que permiten hacer un análisis riguroso de los fenómenos culturales, sociales y políticos de la nación mexicana. Su objetivo es crear profesionales y difundir conocimientos en las ciencias de antropología social, historia, etnohistoria, lingüística, y ciencias afines, con miras a prestar un servicio a diversos grupos particulares y gubernamentales que lo soliciten.

En la actualidad, el Centro trabaja en el proyecto "Espacios de reproducción cultural y la construcción histórica de la marginalidad indígena en Yucatán, siglos XVI-XVI (U39979)". Este proyecto colectivo que



se vincula con el Programa Peninsular del CIESAS - (Mérida, cuyo objetivo es estudiar el proceso de socialización de los mayas, fenómeno que presenta una contradicción al implicar referentes de mundos distintos que condicionan la integración del individuo a la sociedad regional en una situación de pobreza y marginalidad. En el proyecto, dirigido por el Dr. Pedro Bracamonte y Sosa, se recurre a los enfoques metodológicos de la etnohistoria, la antropología y la lingüística, privilegiando tanto el trabajo de campo como el de archivo, combinados con herramientas novedosas, como los sistemas de información geográfica.

Además de la generación de conocimiento, el estudio impactará el diseño de políticas públicas, a la vez que forma estudiantes de licenciatura y posgrado. Cuenta con financiamiento de ciencia básica del CONACYT y se complementa con recursos del Fondo Mixto del Gobierno de Yucatán-CONACYT.

**COLEF** (El Colegio de la Frontera Norte, A. C.)



EL COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE

Su antecesor, el CEFNOMEX (Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México, A. C.), fundado en 1982 en Tijuana, Baja California, dio paso a la creación del COLEF a partir de 1986, aunque tanto sus objetivos como las instalaciones, que fueron donadas a su sede primera, se conservaron básicamente. Su derrotero quedó establecido como: la formación de estudiosos altamente calificados de los fenómenos regionales de la frontera México-Estados Unidos, y la vinculación del Colegio con las organizaciones privadas o públicas para contribuir al desarrollo de la región.

Entre sus propuestas de estudio, en años recientes, está la "Encuesta de la frontera Norte de México (EMIF)", la cual tiene como objetivo cuantificar de manera continua la migración laboral a la frontera Norte y a los

Estados Unidos, destacando los aspectos económicos, sociales, familiares y demográficos más relevantes de las personas que conforman los flujos migratorios (migrantes del Sur, migrantes de retorno de la frontera Norte de México y los Estados Unidos, y migrantes devueltos por la patrulla fronteriza. La EMIF es un esfuerzo conjunto que se lleva a cabo con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el Consejo Nacional de Población y el Instituto Nacional de Migración, en el que se ha trabajado desde 1992 y que actualmente se encuentra en su noveno levantamiento.

**COLMICH** (El Colegio de Michoacán, A.C.)



EL COLEGIO DE MICHOACÁN

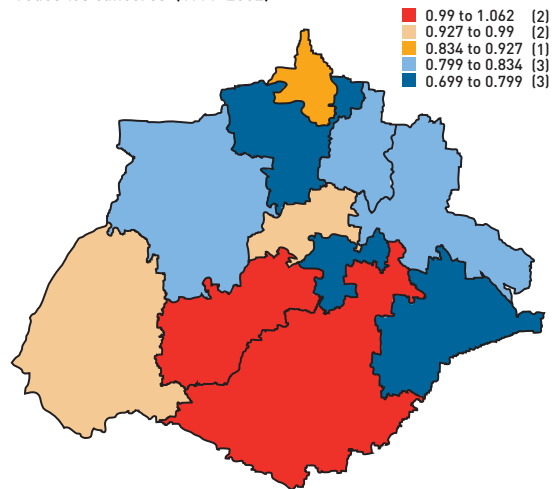
Tuvo como modelo el (Colegio de México), que sigue con pleno vigor brindando sus servicios en el Distrito Federal. La creación del COLMICH obedeció al propósito de descentralizar el estudio de las humanidades. La fecha de su fundación se remonta a 1979 y su sede está ubicada en Zamora, Michoacán. Las áreas del conocimiento humanístico investigadas en él son: la histórica, la antropológica y la geográfica, así como las del estudio de las tradiciones y las de los estudios rurales, todas ellas tratadas con miras a crear un espacio académico a la vanguardia nacional en docencia e investigación en el campo de las ciencias sociales.

Uno de sus proyectos más significativos hoy en día es el llamado "Reserva patrimonial del cerro Curutarán". El cual se encuentra en el municipio de Jacona, Michoacán. Tiene un gran potencial paisajístico y está en peligro de perder sus valores patrimoniales. Este proyecto tiene como objetivo proponer, a través de un estudio de los recursos patrimoniales naturales, arqueológicos e hidráulicos, un Plan de Ordenamiento Territorial que asegure su protección, conservación, disfrute social y uso sustentable bajo la figura jurídica de reciente creación llamada Reserva Patrimonial.



**Aguascalientes**

Todos los cánceres (1999-2002)



**COLSAN** (El Colegio de San Luis, A. C.)



EL COLEGIO DE SAN LUIS, A.C.

Es un centro creado en 1997 en la capital del estado de San Luis Potosí, con la misión de formar investigadores, docentes y profesionales en las ciencias sociales y humanidades; difundir el conocimiento y ser una conciencia crítica necesaria para el progreso social, económico y cultural de México.

Entre sus proyectos más importantes en la actualidad destaca el llamado "Desarrollo de un sistema de información geográfica de padecimientos oncológicos en el ámbito regional (SIHGO-2002020301)", el cual tuvo como finalidad la generación de conocimiento sobre la distribución espacial de la mortalidad en tres estados del centro de México, con el fin de incidir en la toma de decisiones en lo referente a las políticas públicas en materia de Salud. Su principal producto es el *Atlas de mortalidad por cáncer en Aguascalientes, Guanajuato y San Luis Potosí (1999-2002)*.

**MORA** (Instituto José María Luis Mora)



Instituto Mora

Fundado en 1981 en la casa que habitó Valentín Gómez Farías, en Mixcoac, Ciudad de México, el Instituto MORA representa el anhelo de excelencia en el campo de investigaciones sobre historia y humanidades en general. Auspicia estudios sobre la Historia de México, Estados Unidos, América Latina y el Caribe, durante los siglos XVII, XIX y XX. Alberga una biblioteca con servicios de vanguardia mundial y publicaciones que difunden trabajos propios y de otras instituciones.

Uno de sus proyectos más importantes en este momento es la "Edición y transferencias culturales en el siglo XIX", el cual estudia las transferencias culturales efectuadas entre Francia y México en el siglo XIX, expresadas en diversos medios impresos. La presencia de Francia en México y la visión de México en Francia en distintas publicaciones es el objetivo principal de la investigación que se llevará a cabo entre académicos franceses y mexicanos.

## ECOSUR (El Colegio de la Frontera Sur)



Su formación, en 1994, se dio a partir de los recursos humanos y materiales del Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) y el Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Su sede inicial se estableció en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, y su carácter multidisciplinario hace que converjan en sus aulas estudiosos de ciencias naturales y humanísticas. Tiene como meta la investigación en torno a todos los aspectos (desde médicos, biológicos y ecológicos hasta los económicos, sociales y culturales) comprendidos en la realidad de la frontera sur de la República, caracterizada por su rezago y pobreza, así como por su relación con los pueblos de Centroamérica y el Caribe —atrasados también— y con muchos problemas políticos.

Uno de sus más recientes proyectos es el “Conocimiento de la plaga agrícola “gallina ciega” (*Coleoptera: Melolonthidae*) y alternativas para su manejo”, a cargo de la investigadora Adriana Elena Castro Ramírez. Durante nueve años se han estudiado —con la participación de productores de subsistencia en Los Altos de Chiapas— las especies de escarabajos asociadas a las parcelas agrícolas, para precisar su identidad, biología, hábitos alimenticios, densidades, distribución, etc., así como evaluar el daño que producen y probar experimentalmente estrategias agroecológicas de manejo tanto en invernadero como en campo. A la par que las investigaciones progresan, se transmite información a los campesinos.



## CENTROGEO (Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing.



Jorge L. Tamayo”, A. C.)

Surge como resultado del proyecto de reestructuración del Centro TAMAYO, creado el 22 de agosto de 1979, originalmente dedicado a la investigación en ciencias sociales, enfocado principalmente hacia temas históricos latinoamericanos, así como a la recopilación y divulgación de las obras del Ingeniero Jorge L. Tamayo.

Actualmente es una institución académica cuyo objetivo es a la investigación, educación, innovación tecnológica y difusión de conocimientos en geomática y geografía contemporánea. Dentro de sus proyectos más recientes destaca la elaboración de *Atlas cibernéticos* que el Centro



ha desarrollado dentro de su línea de investigación de cibercartografía, entre los cuales podemos mencionar los de las regiones de Chapala, de Pátzcuaro y de la Selva Lacandona. Estos *Atlas* son soluciones geo-espaciales novedosas que han tenido un impacto de magnitudes inesperadas en procesos de política pública y de gestión ambiental regional.

## DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SERVICIOS

**CIATEC** (Centro de Investigaciones y Asistencia Tecnológica del estado de Guanajuato)



En 1976 se inició la creación del CIATEG en León, Guanajuato,

**CIATEC** el cual apoyó a la industria del cuero y del calzado hasta 1994, cuando, con miras a extender su acción a otras regiones del país, el CIATEG se transformó en CIATEC, es decir, en el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, A. C., cuya sede sigue en León, Guanajuato. Este centro reconoce como su objetivo dar asesoría a pequeñas y medianas industrias del cuero y el calzado.

Sus líneas de trabajo son esencialmente la capacitación y actualización de personal, los servicios de laboratorio y análisis, el diseño y manufactura, y el desarrollo de materiales. Su objetivo es mejorar la calidad de los productos para favorecer la creación de una tecnología propia y el desarrollo industrial regional, así como la exportación.

Uno de los proyectos que lo ocupan en la actualidad es el “Programa de tecnología de calidad para la estandarización, control y mejoramiento de la competitividad de los procesos de producción”, el cual está dirigido a grupos de empresas manufactureras de diferentes tamaños con miras a que éstas obtengan importantes resultados en aspectos tales como el mejoramiento de la calidad, reducción de los costos por fallas, reprocesos o devoluciones, entre otros factores, en porcentajes que varían generalmente entre 30 y 80%, en un corto plazo.



CIDESI (Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial)



Fue creado en la ciudad de Querétaro en 1984. Su misión es llevar los productos científicos y tecnológicos a las industrias que soliciten sus servicios, capacitar personal y aprovechar lo mejor posible los recursos naturales, respondiendo así a las necesidades tecnológicas del país. Uno de sus proyectos más recientes es el "Instrumento de comisionado —proyecto desarrollado conjuntamente entre el IAUINAM y el CIDESI— del Gran Telescopio de Canarias". El propósito del instrumento de comisionado es verificar el desempeño del gran telescopio de Canarias durante la fase de comisionado entre la primera luz y el día uno, mediante: a) la verificación de la calidad de imagen, b) la identificación del origen de la luz dispersa, reconociendo las áreas brillantes en la pupila, y c) el diagnóstico de la calidad de imagen por las técnicas de Shack-Hartman y sensado de curvatura.



CIDETEQ (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en



Electroquímica, s. c.)

Ante el reto que el mundo enfrenta de abaratar la energía, desarrollar nuevos materiales, explotar nuevas materias primas y proteger el ambiente, así como hacer frente a las necesidades nacionales de formación de recursos humanos especializados y autoabastecimiento de los requerimientos técnicos del país sin tener que importar productos, nació el CIDETEQ en 1991, en el Parque Tecnológico Querétaro, en Sanfandilla, Pedro Escobedo, en el estado de Querétaro. Las áreas de su competencia, a través de las cuales trata de alcanzar sus metas globales y nacionales son: la electroquímica, el análisis químico, la microscopía electrónica, la electrónica y automatización y el tratamiento de aguas, entre otras.

Uno de sus más importantes proyectos en este momento es el "Proceso de tratamiento de aguas residuales refractarias por electrofloculación", el cual permite aprovechar las ventajas de los procesos electroquímicos para la eliminación de contaminantes que son de difícil remoción usando los procesos fisicoquímicos o biológicos convencionales, tales como metales pesados, colorantes y materia en emulsión, entre otros. El proceso desarrollado es competitivo y ecológicamente amigable, y se ha aplicado exitosamente como plan piloto y para el escalamiento de grandes instalaciones destinadas al tratamiento de efluentes generados por la industria textil, metalmecánica y otras. Es un proyecto planteado de manera integral con otras líneas de trabajo del Centro en materia ambiental, por lo que el proceso desarrollado puede integrarse a otros esquemas de tratamiento, lo que permite proponer soluciones integrales pertinentes y más competitivas para la resolución de la problemática ambiental.

INFOTEC (Fondo de Información y Documentación para la Industria)



Surgió en 1974 y su sede está en la Ciudad de México. El propósito de su creación es tender redes de comunicación entre las industrias (en general cualquier empresa) y los institutos científicos y tecnológicos, los proveedores de materias primas y los mercados potenciales de dichas empresas, mediante las más modernas formas de comunicación y publicaciones.

Su proyecto INFOTEC WebBuilder es una plataforma que utiliza tecnologías habilitadoras del concepto de Redes Semánticas, como los Mapas de Tópicos, las cuales permiten una mejor administración y relación contextual de la información del sitio o portal. Trabaja bajo una lógica del negocio, habilitada por diversos componentes, como reglas de personalización, filtrado y calendarización de recursos de información, flujos de publicación de contenidos, elementos que hacen de esta plataforma una herramienta de trabajo elemental para mejorar la productividad y rentabilidad de cualquier organización.



**CIATEJ** (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.)

Este centro puede ser definido como un centro de investigación científica y desarrollo tecnológico, cuyos objetivos son: dar asesoría técnica a empresas del sector agroindustrial, químico y farmacéutico, otorgando capacitación a sus recursos humanos, haciendo estudios sobre sus materias primas y apoyando en aspectos de diseño industrial para lograr una calidad de exportación en sus productos. Se creó en 1976 en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

Recientemente ha dedicado importantes esfuerzos institucionales a la investigación y transferencia de tecnología orientados a mejorar integralmente la cadena agave-tequila, mediante el proyecto llamado "Mejoramiento de los procesos de producción y calidad del tequila". En la realización de estos trabajos se han utilizado, en buena medida, herramientas biotecnológicas vegetales y microbianas, así como diversas técnicas modernas para el proceso de destilación y análisis químico y sensorial del producto final. Estas investigaciones han tenido repercusiones sociales, económicas y académicas en varios estados de la República.



**CIATEQ** (Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Querétaro, A. C.)

Ante la necesidad de dotar al estado de Querétaro de un organismo de consultoría técnica que optimizara su producción industrial, nació el **CIATEQ**, en 1978, con sede en la ciudad de Querétaro. Se orienta a las industrias metalmeccánica y metalúrgica, además de las usuarias de ellas, como la azucarera, agroindustrial, papelería, automotriz y las de energía, transporte y construcción, entre otras. Es una institución orientada a la investigación y desarrollo tecnológico: capacita al material humano, optimiza procesos y productos finales, poniendo el sector industrial a su cargo en un nivel de excelencia internacional.

Uno de los proyectos de más peso en la actualidad en el que participa el **CIATEQ**, en colaboración con ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares), es el de "Modernización de aeropuertos", el cual persigue metas muy concretas, como: 1) la modernización de estaciones para reducir la incertidumbre en la medición de combustible en los principales aeropuertos del país; modernización que involucra patines de medición en la recepción de turbinas, medición de volumen en tanques de almacenamiento, patines de medición en el turbosinodo, sistemas de descarga de autotanques en estaciones, sistemas SCADA. 2) diseño y fabricación de vehículos dispensa-



dores de hidrante para suministro de turbosina para aviones de ala alta y de ala baja, 3) desarrollo y prototipo de vehículo de extinción de incendios aeroportuarios, 4) análisis de integridad mecánica y de geotecnia en los sistemas de operación y contra incendio dentro de la estación de combustibles del aeropuerto internacional de la Ciudad de México, y 5) desarrollo tecnológico para el diseño y fabricación de un prototipo de camión de succión para drenado de pozos de toma de combustible para los aeropuertos.



**COMIMSA** (Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V.)



Tuvo como antecedente el IMIS (Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas) y fue fundada en 1991 en Saltillo, Coahuila. Su función es vender productos y ser-

**COMIMSA** vicios al sector industrial, tarea que permite detectar las necesidades de éste, las cuales se traducen en proyectos de investigación que la Corporación asume cuando se trata de análisis de la Ciencia de los Materiales, especialmente los relacionados con la industria siderúrgica, materias primas (mineral de hierro, carbón, etc.), fundición, acería, colada continua, metalurgia de polvos, refractarios, laboratorio de arenas y fundición de precisión.

Uno de sus proyectos hoy día es la "Ingeniería para centro procesador de gas", el cual consiste en el desarrollo de ingeniería de detalle del centro procesador de gas de Reynosa, Tamaulipas, para la instalación de dos plantas con capacidad de 200 millones de pies cúbicos diarios de gas. Incluye la ingeniería para la integración de plantas criogénicas, planta de almacenamiento, así como la ingeniería de suministro eléctrico, de agua, de aire y el tratamiento de efluentes.



**CIQA** (Centro de Investigación en Química Aplicada)



Surgió en 1976 y tuvo como sede la ciudad de Saltillo, Coahuila, donde actualmente permanece. Su misión

es satisfacer las demandas científicas y tecnológicas de la industria química, preferentemente en las áreas de polímeros y especialidades químicas en lo relativo a procesos, productos y formación de recursos humanos.

Aparte de la venta de proyectos de desarrollo tecnológico, el Centro también ofrece servicios de análisis y pruebas acreditadas, asistencia técnica e información. Sus vínculos con el sector productivo permiten valorar su desempeño como centro de desarrollo tecnológico.

Entre sus proyectos más importantes está el de "Biosensores ópticos".

La amenaza de enfermedades de rápida propagación, como el sida, el ántrax y la influenza ha planteado la necesidad de implementar metodologías de diagnóstico rápidas, sencillas y selectivas mediante la simple inmersión de una tableta (biosensor) en un fluido corporal. Los biosensores ópticos surgen como una alternativa, ya que están constituidos tanto por moléculas  $\pi$ -conjugadas capaces de emitir luz al ser irradiadas con una lámpara ultravioleta como por biomoléculas (azúcares, sacáridos, aminoácidos, etc.) que tienen la función de adherirse en forma selectiva a la pared celular de ciertas bacterias, virus u hongos.

## FINANCIAMIENTO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**FIDERH** (Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos)



Con el fin de contribuir, a través del otorgamiento de créditos y becas, a la formación y superación de profesionales técnicos y científicos en las disciplinas prioritarias para el desarrollo económico y social de México, se creó en 1971 el FIDERH, cuya sede está en la Ciudad de México.



→ HALLAZGOS  
ARQUEOLÓGICOS EN  
LA ZONA DE COPÁN



# ARQUEOLOGÍA MEXICANA

## TRAYECTORIA Y AVANCES

Al final del siglo XIX, la arqueología mexicana tomó cuerpo como conocimiento sistemático a partir de descubrir y describir las zonas donde eran evidentes las ruinas de edificios prehispánicos. De hecho, esto era definición mundial de *trabajo arqueológico*: descubrir y describir los logros monumentales del pasado.

**JAIME LITVAK KING**



En ese sentido, la misión de nuestra naciente arqueología fue ubicar esas construcciones, observarlas, registrarlas y dar a conocer sus características para que en México y en otras naciones se tomara en consideración la importancia cultural de los grupos que las levantaron. A la par, un segundo objetivo: revalorar estas civilizaciones y establecer sus vínculos con las comunidades indígenas modernas.

### **EXPLORAR, OBSERVAR, REGISTRAR**

Así, la arqueología exploratoria mexicana se concentró primero en las regiones centrales del país y en Oaxaca. Entre las

muchas razones que obligaron a esto estaban los problemas que el gobierno federal de esa época tenía para controlar ciertas zonas (península de Yucatán), o la ausencia de sitios arqueológicos con monumentos impresionantes (sobre todo, norte del país). Como ya mencionamos, se seguía la metodología de la arqueología europea (en especial, francesa), ocupada en explorar la región este del mar Mediterráneo (África, Asia y sur de Europa) y, en un grado incipiente, América del Sur (sobre todo, área andina).

Las bases de todo esto eran la búsqueda de manuscritos y piezas escultóricas y el registro y restauración de los edificios





→ ZONA  
ARQUEOLÓGICA  
DE TEOTIHUACAN.



→ Entre 1970 y 1980 el rescate arqueológico en México se revitaliza al vincularse con el desarrollo económico

descubiertos. La mayor parte de esta investigación de campo estuvo a cargo de viajeros y exploradores, destacándose a nivel internacional personajes que van desde don Carlos de Sigüenza y Góngora (siglo XVII, escribió acerca de las tradiciones y leyendas del México prehispánico), hasta los viajeros Edward Taylor (inglés, realizó un libro de historia donde México es patria azteca), Edward Seler (alemán de fin de siglo XIX, recorrió México y Perú dejando artículos que fueron la base de los estudios sobre la parte prehispánica de esas regiones) y, ya a principios del siglo XX, Augustus Le Plongeon (exploró y excavó en Yucatán, en medio de la Guerra de Castas, y trabajó en Chichen Itzá), y Franz Boas, un lingüista estadounidense que fundó una escuela para estudiar la antropología del país.

En México, destacó Leopoldo Batres con sus investigaciones en Teotihuacan, centro de México, Xochicalco, Morelos (al sur de Cuernavaca), Mitla y Monte Albán, Oaxaca. Batres publicó un *Cuadro Arqueológico y Etnográfico de México* en 1885. Era el explorador ofi-

cial del régimen de Porfirio Díaz. No menos importante fue Manuel Gamio, quien estudió con Boas (1906 a 1908) y se destacó por sus excavaciones en Teotihuacan, su exploración de lugares desconocidos (Chalchuites, Zacatecas, 1910) y, sobre todo, por el revolucionario enfoque que dio a la arqueología, en sus manos herramienta para la investigación de las relaciones entre las culturas indígenas del pasado y las contemporáneas. Aportó también a esta visión la consideración del efecto de la ubicación geográfica de una comunidad en el desarrollo social y cultural de sus habitantes (antiguos y modernos). Seguirían su ejemplo distintos arqueólogos extranjeros y mexicanos: ellos estudian a los indígenas modernos al mismo tiempo que investigan a los antiguos.

### MÉXICO PREHISPÁNICO: SE GESTA UN CONCEPTO

A principios del siglo XX, la arqueología vio frenado su impulso con el movimiento revolucionario de 1910, al igual que cualquier área de investigación. Pero en otros lados del mundo su

avance continuó, sobre todo en Egipto, donde técnicas estadísticas se adaptaron al estudio de los materiales excavados y la comparación de los distintos estratos del hallazgo. Gracias a ello se pudo seriar los descubrimientos y ubicar los orígenes de las características de cada época. Además se empezó a usar la fotografía aérea, desde aeroplanos para levantar un mapa (*mapear*) de los sitios estudiados. Sin embargo, esta metodología no se llegó a usar en México hasta después. En esos momentos, aquí la excavación más significativa fue, precisamente, la de Gamio en la ciudadela de Teotihuacan (1917), y el establecimiento del museo de sitio, bajo la responsabilidad de este personaje que, además, se preocupó por dar una alternativa a los habitantes locales, al fundar una serie de talleres artesanales, alternativa al saqueo del lugar y la venta ilegal de piezas arqueológicas. En 1917, Gamio fue también titular de la recién constituida Dirección de Antropología, institución que

y planteó en forma secuencial una posible evolución de las culturas prehispánicas en la región, abarcando desde la fase de caza y recolección, hasta la de las culturas de aldeas (para él, *culturas medias*, centro de su estudio), etapa hoy conocida como formativa o preclásica (del 2500 a. C. al 200 d. C.) cuya principal característica es la agricultura.

Fue también por ese entonces cuando algunos investigadores mexicanos comenzaron a analizar en forma sistemática las zonas arqueológicas. Entre ellos destaca Ignacio Marquina, (1881-1981), arquitecto interesado en el estudio de los edificios del México prehispánico, autor de *Arquitectura Prehispánica*, verdadero manual nacional con los datos y las características estilísticas de las construcciones conocidas hasta entonces. Además, Marquina utilizó para su provecho (y el de los interesados) esa herramienta tecnológica usada por la arqueología internacional desde la década de 1910: la fotografía aérea, gracias a la cual pudo *mapear* los sitios arqueológicos.

Otra aportación notable al estudio del pasado mexicano fue la encabezada por Alfonso Caso (1896-1970) alrededor de la ciudadela mixteca de Monte Albán, cerca de la actual ciudad de Oaxaca, capital del estado homónimo. Empezó su investigación a partir del examen de diversas esculturas y códices oaxaqueños, como el *Bodley 2528*, y argumentó su esencia: eran documentos históricos, y no míticos o legendarios, como sostenían estudiosos de documentos mayas. Esta discusión se puede seguir en su trabajo sobre las estelas zapotecas (1928), entre otros.

Caso y su equipo recorrieron Monte Albán y examinaron sus edificios visibles, restos de construcciones destruidas, cerámica, entierros, pinturas y piezas de piedra. El resultado de su asiduo trabajo fue la descripción más completa de un sitio arqueológico americano, donde se integran factores como tiempo, materiales y contactos con otras culturas o ciudades. Su labor se realizó durante diversas temporadas desde 1931. Duró varios años, y llegó a ser muestra para los arqueólogos del mundo de cómo hacer arqueología. Entre sus seguidores mexicanos destacó Jorge Acosta (1904-1976), por su fundamental investigación en la zona arqueológica de Tula, Hidalgo.

Sin embargo, la década de 1930 trajo al análisis integral un elemento más, invaluable para el arqueólogo: el estudio de la prehistoria, con la necesidad de integrar al hombre y sus productos con el medio ambiente ancestral. En la Universidad de Londres, Frederick Zeuner inició las investigaciones en laboratorios donde biología, física y química se volvieron auxiliares de

respondía a la preocupación del nuevo gobierno constitucionista por las zonas arqueológicas, y que sería el antecedente del actual Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), fundado en 1939 y modelo para casi todas las organizaciones de defensa y exploración de zonas arqueológicas en América Latina.

A lo largo de la década de 1920, arqueólogos mexicanos y extranjeros definieron el concepto *México Prehispánico*. Entre ellos destacó Eduardo Noguera (1896-1977), quien recorrió el país observando las distintas muestras de cerámica; anotó color, motivos decorativos y características del barro de las vasijas; y realizó, a partir de esta recopilación de datos, un cuadro comparativo entre los diversos sitios, señalando en él antigüedad de cada lugar y sus relaciones con otros asentamientos.

Otro investigador notable fue el estadounidense George C. Vaillant (1901-1945): centró su investigación en la zona norte del valle de México y en los alrededores de Cuernavaca, Morelos,





### ARQUEOLOGÍA Y TURISMO: VÍNCULOS PARA EL DESARROLLO

A mediados de esa misma década de 1940, tras la Segunda Guerra Mundial, la arqueología internacional cambió muchas técnicas. El desarrollo de la física atómica permitió el acceso a métodos de análisis más eficientes, y la medición de la edad de las piezas o lugares a través de la prueba del carbono 14 cambió todo el sentido de la, para entonces, ya no tan novedosa área de investigación. De la mano, la arqueología mexicana recibió un impulso inesperado por parte de un sector económico aún no muy desarrollado: el turismo. Al país comenzaron a llegar miles de turistas, ansiosos por descubrir y disfrutar nuestras ruinas prehispánicas, a las cuales colocaron a la vez en una perspectiva distinta. En consecuencia, la arqueología recibió

mayor inversión, generándose gran número de exploraciones y reconstrucciones en los sitios más importantes: Teotihuacan, Tula, Tajín y varias ciudades mayas.

Otro foco importante para el desarrollo arqueológico fue el *Mexico City College*: en la ciudad de México abrió los brazos a antiguos soldados estadounidenses que gozaban de becas para estudiar. Alumnos de profesionales mexicanos como Jiménez Moreno e Ignacio Bernal, muchos terminarían siendo espléndidos arqueólogos, como quienes hoy se ocupan de los olmecas y el preclásico. Muy notables son Kent Flannery para la arqueología de Oaxaca, Gareth Lowe, para Chiapas, y William Sandres, para el centro de México.

En las siguientes décadas (1950 y

1960), la arqueología mexicana desarrolló unidades específicas para el rescate de zonas en peligro, sobre todo a causa de la construcción de presas y carreteras y del crecimiento urbano. En ese entonces, asegurar y mantener fue la principal labor del INAH. En la década de 1970 y en la de 1980 el rescate se vuelve aun más importante y la arqueología ligada al desarrollo económico es verdaderamente vital. A la par, entre 1961 y 1978, en el INAH aquella labor aislada de Martínez del Río alrededor de la prehistoria nacional encontró sucesor en la figura de José Luis Lorenzo (1921-1996), quien usando los laboratorios de aquél puso al día las investigaciones en la materia. Tras sus pasos se formó el grupo de arqueólogos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

la arqueología. Pero en México esto no tuvo el mismo impulso, fue más bien un asunto teórico al cual enfrentaban pocas excepciones: Pedro Armillas (1914-1984), a quien debemos la arqueología ambiental, o Pablo Martínez del Río (1892-1963), uno de los primeros prehistoriadores sistemáticos de América.



Pero, para todo el mundo el hallazgo de importancia eran los edificios lujosos y los entierros de principales, y poca atención se dio a los restos de mamuts.

La década de 1940 marcó el desarrollo de la arqueología nacional gracias a dos interpretaciones de descubrimientos de suma relevancia. Uno de los investigadores más notables de México, el historiador Wigberto Jiménez Moreno (1909-1985), examinó las etapas de desarrollo y las características de algunos sitios (sobre todo, Teotihuacan) y describió una secuencia general de periodos, que publicó alrededor de 1941. La otra aportación

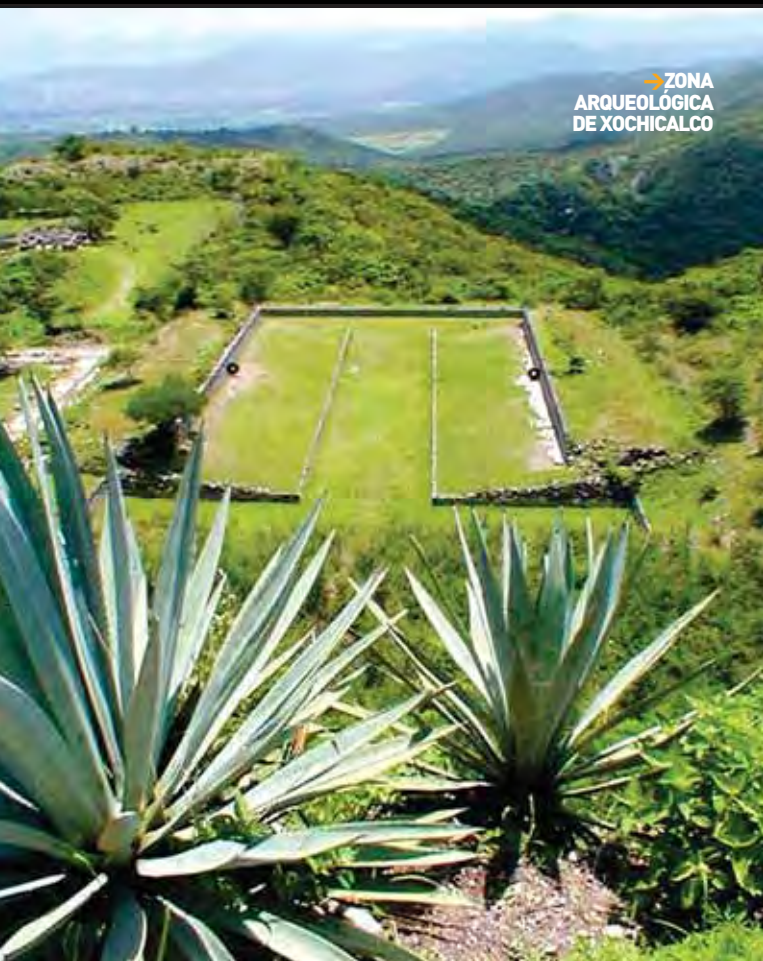
fue la del etnohistoriador alemán Paul Kirchoff (1900-1972), quien vivió en México como refugiado político. Al estudiar unos documentos del siglo XVI acerca de las relaciones que mandó hacer la Corona española, distinguió las regiones geográficas de un área cultural común y la definió: era *Mesoamérica*.

#### FIN DE SIGLO: AL FIN EL APOYO

Desde la década de 1990 hasta la fecha, el proyecto nacional que más adelante ha tenido es el realizado por el grupo coordinado por la arqueóloga Linda Manzanilla (UNAM) en distintas secciones de Teotihuacan, en especial en los diversos estratos de la pirámide de la Luna: ha permitido estudiar a fondo desde más allá de 550 d. C., el final del período más poderoso de la ciudad. Pero esta investigación ha sobrepasado el material arqueológico en sí al poner especial atención en los datos sobre el medio ambiente y usar en forma muy inteligente nuevas técnicas de análisis y laboratorio. Investigador muy importante para esto es Luis Barba, también de la UNAM.

Durante 500 o 600 años, Teotihuacan fue la ciudad más importante del centro de México, hasta su caída, por el año 550. Cómo eran sus habitantes entonces, con cuáles regiones habían establecido relaciones políticas, económicas y culturales, cómo y por qué cayó esta civilización y qué sucedió después en el asentamiento, son algunas de las preguntas cuya respuesta está encontrándose gracias a la investigación del equipo mencionado, y cuyos resultados serán fundamento para la reinterpretación y actualización de la historia de toda Mesoamérica. Cabe mencionar que en la actualidad gran parte de la exploración arqueológica se hace *sin excavar* sobre restos humanos: gracias al análisis ADN se obtiene una serie de características genéticas de sumo interés para la antropología.

Para finalizar, un punto más. Entre las necesidades primordiales de la arqueología mexicana está la formación de profesionistas. Al principio estuvo ésta en manos de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH, fundada en 1942),



→ ZONA  
ARQUEOLÓGICA  
DE XOCHICALCO

## → Gracias al análisis del ADN se obtienen datos genéticos de sumo interés para la antropología

pero hoy lo está también en las de otras instituciones, cada una con su propio criterio formativo. Tal es el caso de la Universidad de las Américas, en Cholula, Puebla, heredera del *Mexico City College*; y las universidades Veracruzana, de Yucatán, de Zacatecas y de Ciudad Juárez. Algunas, tienen posgrado. Así, los arqueólogos mexicanos hoy están practicando una arqueología que combina los principios de Gamio y Caso con la metodología internacional moderna.

**Jaime Litvak King** es arqueólogo egresado de la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Obtuvo maestría y doctorado en la UNAM, institución de la cual es Investigador Emérito (Instituto de Investigaciones Antropológicas). Su mérito como investigador ha sido reconocido mediante preseas como el Premio Universidad Nacional (1996) y el Lifetime Achievement Award otorgado por la Society for American Archaeology en (2002). Dentro de su labor docente, ha impartido cátedras en la UNAM, la ENAH, y en otras universidades del país.

FOTOS: WWW.SXHU.COM

# ecología

## y el reto ambiental mo

El estudio de lo que en forma genérica se conoce como *medio ambiente* es asunto de diversas disciplinas. Temas como *contaminación ambiental, cambio climático global, pérdida de la biodiversidad y aparición de nuevas enfermedades* sólo pueden comprenderse desde la perspectiva de una compleja interacción entre los sistemas naturales y sociales.

# ecología

## derno

HÉCTOR T. ARITA WATANABE

Las ciencias ambientales, pertenecen al ámbito de las disciplinas químicas, físicas y biológicas, y tienen un papel preponderante en el diseño de estrategias para lograr lo que se conoce como el *desarrollo sustentable*: incremento en la calidad de vida de los ciudadanos mediante el uso y mantenimiento de recursos naturales evitando agotarlos. No obstante, es imposible considerar su puesta en marcha sin pensar en el entorno económico, social y político donde se aplicará, pues su naturaleza es interdisciplinaria.

En particular, este ensayo se enfoca en el papel de la ecología en la resolución de los problemas ambientales que aquejan al mundo moderno. Resulta imposible abarcarlos todos, pero se analizan ejemplos concretos para mostrar cómo la ecología, disciplina científica, tiene mucho que aportar al beneficio de la *calidad de vida* de la humanidad.

### LA ACTIVIDAD HUMANA: MODIFICAR EL MEDIO

La ecología estudia principalmente tres atributos de los organismos: distribución en el espacio y en el tiempo, abundancia e interacciones con otros seres y con el entorno. Desde un punto de vista práctico, puede contribuir al bienestar humano a partir de considerar al *Homo sapiens* como un organismo más y aplicar la teoría científica al análisis de la demografía, la biogeografía y las relaciones de aquél con su medio. Además, proporciona información acerca de las especies de plantas, animales, hongos y microorganismos proveedores de alimentos y otros recursos, o bien, causantes de enfermedades y del deterioro en la calidad de vida, y también estudia procesos más complejos en los que la actividad humana modifica a tal grado el ambiente que se producen

fenómenos de gran escala, reversibles tarde o temprano en contra del propio ser humano, como sucede con los problemas ambientales del mundo industrializado. Ejemplo de esto es el *cambio climático global* y sus consecuencias sobre la diversidad biológica del planeta.

A pesar del sesgado escepticismo mostrado por algunos políticos de los países industrializados, la mayoría de los científicos ambientales están convencidos de que la actividad humana ha causado cambios significativos en los patrones de clima en el ámbito mundial. El incremento en la concentración atmosférica de los llamados *gases de invernadero* ha aumentado la temperatura media del planeta con claros efectos, como el desprendimiento de un gigantesco bloque de hielo con una superficie de 3,000 km<sup>2</sup> (dos veces la del Distrito Federal), en la región antártica, o bien, la disminución en la capa de hielo en varios sistemas montañosos del mundo. Si las tendencias actuales persisten por unos cuantos años más, hasta las míticas nieves del Kilimanjaro estarán en peligro de desaparecer.

Menos visibles, pero tal vez relacionados en forma más directa con el bienestar humano, son los consecuentes pequeños cambios en los patrones ecológicos de las especies que se dan en diferentes niveles, desde modificaciones en su fisiología y conducta hasta las relacionadas con la dinámica de los ecosistemas, pasando por fluctuaciones y perturbaciones en la distribución e interacción de las diversas comunidades ecológicas. Los reportes documentados al respecto son innumerables, y algunos ejemplos son: mariposas semitropicales capturadas en Inglaterra, moluscos que aparecen en Noruega ¡dentro del círculo polar ártico!, aves migratorias que no encuentran alimento en los sitios donde antes había abundancia de insectos, y muchas más.

El incremento en la concentración atmosférica de los *gases de invernadero* ha aumentado la temperatura media del planeta





## El cambio en los patrones ecológicos puede tener graves consecuencias para la humanidad

### PARA EL HOMBRE: LECCIONES CERCANAS

Pequeños cambios como los señalados antes pueden tener graves consecuencias para la humanidad: un grado Celsius de más puede reducir la cosecha de arroz hasta en 10%. La presencia de mosquitos en zonas donde antaño el frío les impedía sobrevivir y reproducirse, ha provocado el incremento en las zonas de influencia de ciertas enfermedades transmitidas por ellos (como la fiebre del Nilo).

De hecho, una de las lecciones más evidente sobre los posibles efectos del cambio climático nos es muy cercana: cada vez se considera más como posible causa del colapso de los imperios mayas del Clásico, un periodo de cambio natural en el clima, con sus consecuentes años de sequía a lo largo del siglo IX, centuria con picos de falta de lluvia en los años 810, 860 y 910. Por supuesto, es ingenuo pensar que un solo factor pueda causar el colapso de una civilización, pero los datos arqueológicos, junto con las reconstrucciones climáticas, muestran una coincidencia de factores. La gran sequía debió provocar una escasez de recursos naturales y desencadenar la serie de eventos sociales que culminaron con el colapso de una de las civilizaciones más importantes del mundo.





## PRIORIDADES PARA HOY

El mundo actual podría ser un reflejo del mundo maya del Clásico terminal, pero esta vez las fluctuaciones climáticas no son naturales, sino producidas por la propia actividad humana. Es un mundo cambiante, donde ya casi no existen ecosistemas sin modificar de una u otra manera por la acción del hombre. En él, la ecología tiene el enorme reto de responder a los grandes problemas ambientales extrapolando la teoría y la experiencia obtenida a través del estudio de los diversos sistemas naturales. A continuación, algunas investigaciones prioritarias:

→ **Dinámica de las áreas de distribución de las especies.** El modelado de las áreas de ubicación de las especies en función de las variables ambientales, puede predecir cambios en la distribución de los organismos, a causa de las fluctuaciones climáticas, incluyendo las inducidas por la actividad humana.

→ **Patrones espaciales y temporales de diversidad biológica.** El análisis de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad sólo puede darse a partir de comprender cómo las especies se distribuyen en el tiempo y el espacio para formar comunidades ecológicas.

→ **Ecología de las enfermedades emergentes y de sus vectores.** La aparición de nuevas enfermedades y la diseminación de otras son una amenaza para el mundo moderno. La teoría ecológica sobre la demografía y la distribución de los organismos puede visualizar los patrones de propagación en casos de transmisión directa y

en los que involucran la presencia de vectores específicos, como es el caso de los ratones de patas blancas que son vectores de enfermedades causadas por hantavirus.

→ **Biogeografía de las especies invasoras.** Consecuencia indirecta de la globalización económica y social es la presencia y expansión de especies no nativas, a través del llamado *comercio ecológico*. En ocasiones, esto puede ser un peligro para los ecosistemas naturales o para los artificiales productivos.

→ **Efectos fisiológicos y conductuales de los cambios en el clima.** El cambio climático ha provocado la inminente extinción de algunas especies, cuya fisiología o proceso de reproducción se ven afectados, lo que las vuelve particularmente vulnerables. Por ejemplo, en varias especies de tortugas el sexo está determinado por la temperatura ambiental, y las fluctuaciones climáticas recientes han producido cambios significativos en las proporciones de sexos de algunas de sus poblaciones.

→ **Restauración ecológica y diseño de ecosistemas.** Recuperar y restaurar ambientes naturales es, en la actualidad, uno de los retos metodológicos más apremiantes. Con él se pone a prueba la *capacidad de la ecología para predecir*. Igual sucede con los *ecosistemas por diseño*: conjuntos de elementos naturales contruidos específicamente para proporcionar algo de la funcionalidad de la naturaleza a ambientes artificiales. Por ejemplo, zonas urbanas donde vías de agua, pozas y arboledas se constituyan como auténticos ecosistemas artificiales, y no sólo como elementos decorativos.



→ Servicios ambientales y ecosistemas. Al deteriorarse los ecosistemas, se pierden sus componentes y sus funciones, destacando entre éstas las que benefician al ser humano: los *servicios ambientales* (disminución de la erosión, estabilidad climática, disponibilidad del agua, captura de carbono, polinizadores, etc.). Este componente es necesario para entender en su totalidad la pérdida de ambientes naturales, y nos da soluciones concretas al problema general del cambio climático.

Una manera de aminorar el efecto humano sobre el clima es reducir la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera mediante la captura del carbono en los tejidos de los seres vivos, fenómeno que sucede en gran medida en los océanos, pero también en los bosques y otros ecosistemas terrestres. Así, en la comprensión de este proceso, y de diversos servicios ambientales, podría estar la solución a los graves problemas ambientales derivados del calentamiento artificial del planeta.

La ecología tiene una larga tradición como disciplina científica. Sus métodos y su lógica han sido cuestionados en numerosas ocasiones, pero ha demostrado una y otra vez su contribución sustancial al bienestar humano. Sin embargo, los grandes problemas ambientales de la vida moderna producen retos cada vez mayores para esta ciencia que deberá mostrar continuamente su capacidad de proyectar y prevenir, así como su aplicación a problemas concretos, para beneficio de todos. Se ha dicho muchas veces, pero nunca sobraré la siguiente advertencia: de eso depende nuestro futuro.



Héctor T. Arita Watanabe es Director e investigador del Instituto de Ecología de la UNAM, profesor de la facultad de Ciencias de la misma institución. Su línea de investigación es la macroecología (estudio de los patrones de distribución y abundancia de los organismos a escalas regionales y continentales) y gusta del trabajo de divulgación científica a través de pláticas y artículos sobre temas de zoología y ecología.



# 30

A N I V E R S A R I O

## autores y colaboradores

En treinta años, *Ciencia y Desarrollo* ha registrado en sus páginas los nombres de asesores, miembros del equipo editorial y autores; la mayoría de los últimos, investigadores que desinteresadamente apoyan la misión de la revista: la divulgación del quehacer científico, tecnológico, social y humanístico. Queremos recordar a quienes han brindado algo de su conocimiento y esfuerzo. A todos ellos, nuestro reconocimiento y gratitud.

# AUTORES Y COLABORADORES

A. Bravo  
 A. Ilinski  
 A. L. del Angel  
 A. Rondán  
 A. Yu. Gorbachev  
 Abel Moreno Cárcamo  
 Abel Muñoz Hénonin  
 Achim M. Loske  
 Adalberto García Rocha  
 Adalberto Noyola  
 Adalberto Tejeda Martínez  
 Adela Rodríguez  
 Adolfo Ernesto Cordero Borboa  
 Adolfo Grinberg  
 Adolfo Plazaola F.  
 Adrián S. Gimata Welsh  
 Adriana de Teresa  
 Adriana Greene Yeé  
 Adriana Julián Sánchez  
 Adriana Sánchez  
 Adriana Sodi  
 Agueda Burgos  
 Agustín Auella de la Cueva  
 Agustín Fernández Eguiarte  
 Agustín García Gil  
 Agustín López Munguía  
 Agustín Uribe R.  
 Aída García  
 Alan James  
 Alberto Alvarado  
 Alberto Arriaga Frías  
 Alberto Blando  
 Alberto Dallal  
 Alberto Darszon  
 Alberto de Jesús Navarrete  
 Alberto Enrique Rojas Martínez  
 Alberto F. Aguilera A.  
 Alberto Kably A.  
 Alberto Lifshitz Guinzberg  
 Alberto Monroy García  
 Alberto Román  
 Alberto Vital  
 Alberto Vivero  
 Alejandra Cruz T.  
 Alejandra de Haro  
 Alejandra Mantilla M.  
 Alejandro Amador  
 Alejandro Baldemar Cano  
 Alejandro Carrillo Castro  
 Alejandro Espinoza Calderón  
 Alejandro Estrada  
 Alejandro Gallardo Cano  
 Alejandro González Acosta  
 Alejandro Granados Barba  
 Alejandro León  
 Alejandro López Cortés  
 Alejandro Lozano Guzmán  
 Alejandro Mohayo  
 Alejandro Mungaray Lagarde  
 Alejandro Trejo Ortiz  
 Alejandro von Ziegler  
 Alejandro Zavala Hurtado  
 Alejandro Zentella D.  
 Alexandra Sapovalova J.  
 Alfonso Cuevas Jiménez  
 Alfonso Larqué Saavedra  
 Alfonso Lastras Martínez  
 Alfonso León del Río  
 Alfonso R. Condal  
 Alfonso Rico Rodríguez  
 Alfonso Serrano Pérez Grovas  
 Alfonso Valiente Banuet  
 Alfonso Villa Rojas  
 Alfredo Gómez Rodríguez  
 Alfredo Hidalgo  
 Alfredo Martínez Robles  
 Alfredo Ortega Rubio  
 Alfredo Salazar  
 Alfredo Tapia Naranjo  
 Alicia Díaz Ortega  
 Alicia Lara  
 Alicia Villaseñor  
 Alma Delia Lupercio Lozano  
 Alma Rosa Nieto  
 Alma Yela  
 Alvar Loria  
 Alvaro Aguilar Setién  
 Alvaro Matute  
 Amanda Gálvez Mariscal  
 Ambrosio Velazco Gómez  
 Amparo Silva  
 Ana Aguilar  
 Ana Barahona E.  
 Ana Cecilia Rodríguez de Romo  
 Ana Goutman  
 Ana Lilia Morales  
 Ana Lilia Peraza  
 Ana Ma. López G.  
 Ana Ma. Mesta Howard  
 Ana María Cetto  
 Ana María Solano  
 Ana Maritza Landázuri O.  
 Ana Mendoza  
 Ana Rosa Pérez Ransanz  
 Ana Toussaint  
 Andrea Burg  
 Andrés Albanese  
 Andrés E. Miguel  
 Andrés Rivera  
 Ángel Dacal Alonso  
 Ángel Núñez S.  
 Ángel Pérez Juárez  
 Angélica Pérez  
 Angélica Prieto Inzunza  
 Aníbal Quispe Limaylla  
 Annia Doménech  
 Antonia Pi-Suñer  
 Antonio Flores Ramírez  
 Antonio Moysén  
 Antonio Noyola  
 Antonio Ontiveros O.  
 Antonio Ortíz  
 Antonio Peña  
 Antonio Peña Díaz  
 Antonio Trujillo Ortiz  
 Antonio Vidal  
 Antonio Zainos  
 Apolonio Juárez  
 Arcadio Monroy Ata  
 Arcadio Poveda  
 Ariel Moctezuma  
 Ariel Ruiz Corral  
 Armando Báez  
 Armando Correa García  
 Armando Reyes Velarde  
 Armando Ruigarcía Torres  
 Artemio Gallegos García  
 Arthur Kornberg  
 Arturo A. Pacheco Espejel  
 Arturo Arrieta  
 Arturo Carballo Sandoval  
 Arturo F. Castellanos Ruelas  
 Arturo Flores Sánchez  
 Arturo Fonseca Alfaro  
 Arturo Gómez Camacho  
 Arturo Gómez-Pompa  
 Arturo Hernández Huerta  
 Arturo Jiménez  
 Arturo Liévano  
 Arturo Mota Ramírez  
 Arturo Ramírez Hernández  
 Arturo Serrano Santoyo  
 Arturo Silva Rodríguez  
 Arturo T. Silver  
 Arturo Tiburcio Silver  
 Arturo Zárate Treviño  
 Arturo Zizumbo L.  
 Ascensión Hdz. de León-Portilla  
 Augusto Monterroso  
 Augusto Rojas Martínez  
 Aurelio Canales  
 Aurelio de los Reyes  
 Aurora Suárez  
 Aurora Tovar Ramírez  
 B. Antuna  
 Baltasar Mena  
 Bartolomé Chi Manzanero  
 Beatriz González  
 Beatriz López de Cuadros  
 Beatriz Navarro Reyes  
 Beatriz Villa C.  
 Belinda E. Haro Alamilla  
 Benjamín Anaya U.  
 Benjamín Domínguez Trejo  
 Benjamín García  
 Benjamín Ruiz Loyola  
 Benjamín Valdez Salas  
 Benny Weiss Steider  
 Bernardo Mora  
 Bernardo Rodríguez Galicia  
 Bernardo Villa Ramírez  
 Berry J. Brosi  
 Bertha O. Arredondo Vega  
 Bjorn Holmgren  
 C. Carrasco  
 Candelaria Ramírez  
 Cándido Morgan Gutiérrez  
 Carlos A. Martínez Palacios  
 Carlos Bazdresch Parada  
 Carlos Cáceres Martínez  
 Carlos Chiappy  
 Carlos Chimal  
 Carlos Cordero  
 Carlos Domínguez T.  
 Carlos E. Corral M.  
 Carlos Escobar  
 Carlos Franco  
 Carlos J. Conde González  
 Carlos Javier Maya Ambia  
 Carlos Martínez A.  
 Carlos Mercado Villafán  
 Carlos Monroy García  
 Carlos Pérez  
 Carlos Sánchez C.  
 Carlos Saúl Juárez Lugo  
 Carlos Uscanga  
 Carlos Valverde  
 Carlos Vázquez Valos  
 Carlos Vázquez Yanes  
 Carmen Aceves  
 Carmen Aguilera  
 Carmen Beltrán  
 Carmen Quinto  
 Casimiro Quiñones V.  
 Cassio Luiselli  
 Cástulo López  
 Catalina Mendoza G.  
 Catherine R. Ettinger McEnulty  
 Caupolicán Muñoz G.  
 Cecilia Montañó  
 César A. Macías Chapula  
 César Carrillo Trueba  
 César Medina Salgado  
 César Ortega Sánchez  
 César Rafael Chávez  
 César Vargas Torres  
 Charles M. Peters  
 Christine Allen  
 Christine J. Band Schmidt  
 Cinthia Ramírez Barraza  
 Cirilo Nolasco  
 Clairette Ranc Enríquez  
 Claude Bathias  
 Claude Thions de Renero  
 Claudia C. García R.  
 Claudia Elizabeth Moreno Ortega  
 Claudia Morales López  
 Claudia N. González Brambil  
 Claudia Roxanna Mercedes Suárez  
 Claudia Sheinbaum Pardo  
 Clementina Díaz y de Ovando  
 Concepción Barraza  
 Concepción Campos  
 Concepción de la Torre Carbó  
 Concepción Ortega  
 Concepción Rodríguez J.  
 Conchita Toriello  
 Conrado Ruiz Hernández  
 Consuelo Bonfil  
 Consuelo Hernández  
 Consuelo Lorenzo Monterrubio  
 Consuelo Martínez  
 Cristina López Caballero  
 Cristina Solano  
 Cristóbal Tabares Muñoz  
 Cuauhtémoc Zúñiga  
 D. A. Rees  
 Dalila Aldana A.  
 Daniel Balleza Mejía  
 Daniel Bermer  
 Daniel Campos  
 Daniel Esqueda Guadalajara  
 Daniel F. Campos Aranda  
 Daniel Francisco Campos Aranda  
 Daniel Kent  
 Daniel Lluch  
 Daniel Martínez Carrera  
 Daniel Reséndiz Núñez  
 Daniel Robledo Ramírez  
 Daniel Sudarsdy  
 Dante M. Teixeira  
 David Baez López  
 David Cortés Arce  
 David M. Legler  
 David Manuel Díaz Pontones  
 David Piñera Ramírez  
 David Ríos Lara  
 David Romeu  
 David Torres Mejía  
 Desley Whisson  
 Diana Córdoba B.  
 Diana Goldberg  
 Diana Reséndez Pérez  
 Diana Saavedra  
 Diego R. Pérez Salicrup  
 Diórodo Granados Sánchez  
 Dolores Martínez González  
 Domingo Cabrera  
 Domini Legorreta  
 Dora E. Valdez Fernández  
 Dora M. K. Grinbert  
 Dorotea Barnés  
 Dr. Philippe Eenens  
 E. García  
 E. Lambert  
 Edgar Amador  
 Edgar Gómez  
 Edita Hernández Alvarez  
 Edmundo Calva  
 Edmundo Flores  
 Eduardo Andere  
 Eduardo Campero Littlewood  
 Eduardo Campos Reales  
 Eduardo Castro Sierra  
 Eduardo Césarman  
 Eduardo Daces  
 Eduardo Lizalde  
 Eduardo Loria  
 Eduardo Matos Moctezuma  
 Eduardo Solórzano  
 Edwin Vázquez  
 Efraín Camacho Ramírez  
 Efraín R. Chávez Lomelí  
 Elaine Reynoso Haynes  
 Elena C. Guerrero L.  
 Elena Feder  
 Elena Rodríguez R.  
 Elisa García Barragán  
 Elisa Guillén Argüelles  
 Elizabeth Hernández Pérez

# 30 ANIVERSARIO

Elizabeth Hinojosa Rebolla  
 Elizabeth Loza Rubio  
 Elizabeth Peña Velasco  
 Elizabeth Reyes Zárate  
 Elizabeth Vega R.  
 Ellen Calmus  
 Eloina Gaxiola  
 Elsa G. Escamilla C.  
 Elsa López  
 Elva Escobar Briones  
 Elvis Gómez Rodríguez  
 Emiliano Tesoro Cruz  
 Emilio Morales Alamillo  
 Emilio Rosenblueth  
 Emily McClung de Tapia  
 Enrique Becerril Román  
 Enrique Calderón  
 Enrique Canales  
 Enrique Cárdenas de la Peña  
 Enrique Galindo Fentanes  
 Enrique Gánem Corvera  
 Enrique Hernández González  
 Enrique Loubet Jr.  
 Enrique Martínez y Ojeda  
 Enrique Mitrani  
 Enrique Ramírez de Arellano  
 Enrique Yépez M.  
 Erika A. Martínez  
 Ernesto Alfaro Moreno  
 Ernesto Hernández López  
 Ernesto Márquez Nerey  
 Ernesto Testas M.  
 Esperanza Duarte E.  
 Esperanza García  
 Esperanza Verduzco R.  
 Esteban Luna Aguilar  
 Estela Ortiz Medina  
 Esther Jacob  
 Esther Saldívar Chávez  
 Estrella Burgos  
 Eucario López Ochoterena  
 Eugenio Frixione Garduño  
 Eulalia Ramírez O.  
 Eusebio Juaristi  
 Eva Salinas  
 Ezequiel Montes Ruelas  
 F. Chávez  
 F. Silva Andrade  
 Fausto Alzati  
 Federico Caballero  
 Federico Chávez Peón  
 Federico Nájera Febles  
 Federico Páez Osuna  
 Feggy Ostrosky Solís  
 Feliciano Sánchez Sinencio  
 Felipe de J. Rábago Bernal  
 Felipe Meneses Tello  
 Felipe Tirado Segura  
 Fermín García Jiménez  
 Fernando A. Cervantes  
 Fernando lvarez  
 Fernando Cámara Barbachano  
 Fernando Cortés  
 Fernando Enríquez Rincón  
 Fernando Estrada Salazar  
 Fernando García Tamayo  
 Fernando J. lvarez Cervera  
 Fernando Larrea  
 Fernando Malanco Covarrubias  
 Fernando Martínez Cortés  
 Fernando Mendoza  
 Fernando Ortega Escalona  
 Fernando Quezada  
 Fernando Quintanar Holguín  
 Fernando Rodríguez Saucedo  
 Fernando Silva Nieto  
 Fernando Tavarez Paredes  
 Fernando Torres R.  
 Fernando Vega Villasante  
 Fernando Walls

Fidel Ramón Romero  
 Francesca Gargallo  
 Francisco Bolívar Zapata  
 Francisco Casanova del ngel  
 Francisco Estrada Rojo  
 Francisco García González  
 Francisco J. Ayala  
 Francisco J. Heredia López  
 Francisco J. López Muñoz  
 Francisco J. Luna G.  
 Francisco Javier Estrada Loera  
 Francisco Javier Fuentes Talavera  
 Francisco Javier Orozco Valverde  
 Francisco Noreña  
 Francisco Rodríguez García  
 Francisco Romero Jiménez  
 Francisco Salvador Ramírez vila  
 Francisco Ureña  
 Francisco Vargas Albores  
 Froylán Gómez Lagunas  
 G. Olaiz  
 Gabriel Cherebetiu D.  
 Gabriel Hernández Belsaguy  
 Gabriel Torres Villaseñor  
 Gabriel Trujillo Muñoz  
 Gabriela Galindo y Villa  
 Gabriela Lorena Gutiérrez Schott  
 Gabriela Rodríguez A.  
 Gabriela Sánchez R.  
 Gabriela Urquiza  
 Gastón Guzmán  
 Gemma B. Domínguez Sánchez  
 Georges Roque  
 Georgina Florencia López Ríos  
 Gerardo Aragón  
 Gerardo Arrollo C.  
 Gerardo Bueno  
 Gerardo Bueno Ziriñ  
 Gerardo Gamba  
 Gerardo Herrera Corral  
 Gerardo Jiménez Sánchez  
 Gerardo Pérez Ponce de León  
 Gerardo Suter  
 Gerardo Tena  
 Gerardo Toledo  
 Gilberto Borja  
 Gilberto Gaxiola Castro  
 Gilberto Gutiérrez Ruano  
 Gilda Bracamontes  
 Gildardo Villalobos  
 Gina Holguín  
 Gloria del Carmen Estrada  
 Gloria Estela Báez  
 Gloria Martínez  
 Gloria Valek  
 Gloria Vereza C.  
 Gonzalo Halfter Salas  
 Gonzalo M. Domínguez Almaraz  
 Graciano Gallegos  
 Graciela Benlliure  
 Graciela C. Candelas  
 Graciela Delhumeau Arrecillas  
 Graciela Le Duc  
 Gregorio Godoy Hernández  
 Guadalupe Curiel Defossé  
 Guadalupe Esqueda  
 Guadalupe Gutiérrez Hernández  
 Guadalupe Matías Ramírez  
 Guadalupe Méndez  
 Guadalupe Nieto  
 Guadalupe Ponciano Rodríguez  
 Guadalupe Rodríguez Burguete  
 Guadalupe Sánchez B.  
 Guadalupe Zamarrón Garza  
 Guelagetza Vázquez O.  
 Guillermina Alcaraz  
 Guillermina Ferro Flores  
 Guillermina Yankelevich  
 Guillermo ngeles lvarez  
 Guillermo Ceballos

Guillermo Celis Colín  
 Guillermo Fernández de la Garza  
 Guillermo Fonseca Alfaro  
 Guillermo García Medina  
 Guillermo Hernández Duque  
 Guillermo Lavín  
 Guillermo Melgarejo Palafox  
 Guillermo Soberón  
 Guillermo Torres  
 Gumersindo H. de la Cruz G.  
 Gustavo Ayala Vieyra  
 Gustavo López Badilla  
 Gustavo Molina  
 Gustavo Santoyo Pizano  
 Gustavo Viniestra González  
 H. A. Barrera S.  
 H. Jardón A.  
 H. Rubio  
 Héctor Cáliz de Dios  
 Héctor Delgado  
 Héctor F. Sierra  
 Héctor Fortis  
 Héctor G. Riveros  
 Héctor Gómez Vázquez  
 Héctor Mayagoitia Domínguez  
 Héctor Nava Jaimes  
 Héctor Novoa de Armas  
 Héctor Reyes Bonilla  
 Héctor Riveros Rosas  
 Heriberta Castaños de Lomnitz  
 Hilda Rodríguez  
 Homero Martínez Salgado  
 Horacio Barbosa G.  
 Horacio de la Cueva Salcedo  
 Horacio García Fernández  
 Horacio Merchant  
 Horacio Tapia Recillas  
 Hugo A. Barrera Saldaña  
 Hugo Barrera  
 Hugo Jasso Villarreal  
 Hugo Merchant  
 Hugo Padilla  
 Hugo Ritter O.  
 Humberto Bahena  
 Humberto Bravo lvarez  
 Humberto Macías C.  
 Humberto Muñoz García  
 Humberto Sotomayor Terán  
 Humberto Terrones  
 I. López  
 I. Sánchez  
 Ierí Suazo Ortuño  
 Ignacio Guzmán Betancourt  
 Ingrid A. Treviño  
 Irak López Dávila  
 Irasela Posadas Díaz  
 Irasema Alcántara Ayala  
 Irene A. Jiménez  
 Irene Pisanty  
 Irma Escamilla Herrera  
 Irma Manrique Campos  
 Irma Rosas Pérez  
 Irma Soria  
 Irma Villalpando Fierro  
 Isaac Schifter Secora  
 Isabel G. Cintrón  
 Isaura Meza Gómez-Palacio  
 Ismael Ledesma Mateos  
 Iván Azuara Monter  
 Iván C. Hernández del Castillo  
 Iván Martínez  
 Iván Molina Ochoa  
 Iván Restrepo Fernández  
 J. Alonso Marbán  
 J. Ignacio Santos  
 J. Javier Flores E.  
 J. L. Ramírez Alfonsín  
 J. Luis León de la Luz  
 J. Luis Maldonado Rivera  
 J. Luis Miranda Salgado

J. Luis Morán López  
 J. Luis Palacio Prieto  
 J. Luis Rius A.  
 J. M. Cantú  
 J. Ramón Eguibar  
 J. Reyes Gasca  
 J. Rosario Gallardo L.  
 Jaime Albarrán  
 Jaime Berúmen Campos  
 Jaime Cervantes de Gortari  
 Jaime Cuadriello  
 Jaime Cuellar Ruiz  
 Jaime Faber  
 Jaime Guerrero  
 Jaime Keller  
 Jaime Litvak King  
 Jaime Martuscelli  
 Jaime Padilla A.  
 Jaime Parada vila  
 Jaime Romero G.  
 Jaime Sánchez G.  
 Jaime Téllez G.  
 Jaime Torres Trejo  
 Jaime Turrent  
 Jaime Yamamoto,  
 Javier Alcocer  
 Javier Alvarado Díaz  
 Javier Arévalo Zamudio  
 Javier Calderón  
 Javier Garcíadiago  
 Javier González Rubio  
 Javier Hinojosa  
 Javier Ruiz Correa  
 Javier Sandoval Navarrete  
 Javier Saucedo  
 Jennifer Ruiz  
 Jesús A. Serrano Sánchez  
 Jesús Barrón V.  
 Jesús Favela  
 Jesús González Hernández  
 Jesús Hernández Falcón  
 Jesús Iglesias  
 Jesús Leyva Ramos  
 Jesús Magos G.  
 Jesús Manuel Pérez Muñiz  
 Jesús Martínez A.  
 Jesús Mendoza lvarez  
 Jesús Rábago  
 Jesús Romero Nápoles  
 Jesús Rosas Espejel  
 Jesús Serrato  
 Jesús Uribe Ruiz  
 Joaquín Castillo A.  
 Joaquín Cravioto  
 Joaquín Ernesto lvarez Cano  
 Joaquín Flores Méndez  
 Joaquín Palacios Alquisira  
 Joaquín Sierra Escalante  
 Joel Bravo Sánchez  
 Joel Cervantes T.  
 Joel Jiménez C.  
 Joel Ruiz García  
 John Scott  
 Jordi Micheli  
 Jorge A. Cervantes J.  
 Jorge A. Gama A.  
 Jorge Alfonso García Macedo  
 Jorge Alvarado Mejía  
 Jorge Becerra Palomo  
 Jorge Brash  
 Jorge Bustamante  
 Jorge Cid C.  
 Jorge Cubría  
 Jorge Flores Rizo  
 Jorge Flores Valdés  
 Jorge Ize  
 Jorge Larson guerra  
 Jorge Llorente B.  
 Jorge Luna Figueroa  
 Jorge M. García Novelo

# AUTORES Y COLABORADORES

Jorge Mancera  
 Jorge Martínez Contreras  
 Jorge Membrillo Hernández  
 Jorge Ojeda  
 Jorge Ortigosa Ferado  
 Jorge Pérez  
 Jorge Rubén Sánchez Casas  
 Jorge Sánchez Escárcega  
 Jorge Soberón  
 Jorge Valdez H.  
 Jorge Vázquez Piñón  
 Jorge Wagensberg  
 Jorge Zavala Hidalgo  
 José A. Raynal Villaseñor  
 José A. Robles  
 José Alejandro  
 José Andrés Mercado Bañuelos  
 José Ángel Ochoa  
 José Ángel Rivera González  
 José Antonio Abarca González  
 José Antonio Chamizo  
 José Antonio Esteva Maraboto  
 José Antonio Islas  
 José Antonio Peralta  
 José Antonio Silva Guzmán  
 José Antonio Villalón Berlanga  
 José Ávila Flores  
 José Carlos Aguado Vázquez  
 José D' Santiago  
 José de Jesús Romero  
 José de la Herrán  
 José G. Moreno de Alba  
 José Gerstl Valenzuela  
 José Giral Barnés  
 José I. Tendilla del Pozo  
 José J. Zamorano Orozco

José Joaquín Santibáñez  
 José Juárez  
 José L. Bata García  
 José L. Góngora Alfaro  
 José Lugo Hubp  
 José Luis Andrade  
 José Luis Aragón  
 José Luis Aragón  
 José Luis Bravo Cabrera  
 José Luis Camarillo R.  
 José Luis Campos  
 José Luis Carrillo Aguado  
 José Luis Gazquez  
 José Luis Llamas  
 José Luis Maldonado Rivera  
 José Luis Mata M.  
 José Luis Olín Martínez  
 José Luis Talancón E.  
 José Luis Trueba  
 José Luz González Chávez  
 José M. Domínguez Esquivel  
 José Montes  
 José Omar Moncada Maya  
 José Pascual Buxó  
 José Sampetro  
 José Sarukhán Kermes  
 José Turrado Saucedo  
 Josefina Marín  
 Josefina Raya López  
 Joyce Harris  
 Juan A. Ubaldo  
 Juan Anaya  
 Juan Ángel Hernández Bravo  
 Juan Antonio Madrid  
 Juan Arroyo  
 Juan Carlos Álvarez Alvarenga

Juan Carlos Ku Vera  
 Juan Carlos Raya Pérez  
 Juan Carvajal  
 Juan de Dios Figueroa Cárdenas  
 Juan E. Martínez Gómez  
 Juan F. Elorduy Garay  
 Juan Garduño Espinosa  
 Juan Jacobo Schmitter  
 Juan José Saldaña  
 Juan Manuel Alcocer González  
 Juan Manuel Herrera N.  
 Juan Manuel Ramírez Cortés  
 Juan María Parent Jacquemin  
 Juan Méndez Nonell  
 Juan Milton Garduño  
 Juan Mora Rubio  
 Juan Pablo Carricart Ganivet  
 Juan Pérez S.  
 Juan R. Barcena M.  
 Juan R. Morales  
 Juan Rivera Cázares  
 Juan Saavedra  
 Juan Tonda M.  
 Juan Valentín Escobar  
 Judith Guzmán Rincón  
 Julia Caso  
 Julia Segura  
 Julia Tagüña  
 Julián Adem  
 Julián Prieto Magnus  
 Julieta Fierro Gossman  
 Julio A. Juárez Islas  
 Julio Espinoza Valos  
 Julio Javier Martinell  
 Julio Rubio Oca  
 Julio S. Santana

Juvencio Sandoval  
 Karla Vázquez S.  
 Kemchs  
 L. E. Giguera  
 Laila Heiblum Radosh  
 Laura Bustos Cardona  
 Laura Cano  
 Laura E. Aragón Borja  
 Laura Edna Aragón Borja  
 Laura García Salinas  
 Laura Luna González  
 Laura Margarita Granada Macías  
 Laura Meléndez Alafort  
 Laura Pérez Arce  
 Laura Romano  
 Laura Romero Mireles  
 Laura Tam  
 Laurence Jacobs  
 Lauro E. Hernández.  
 Lauro Zavala  
 Leña García Feijoo  
 León Guillermo Gutiérrez  
 León Olivé Morett  
 Leonardo Hernández Aragón  
 Leonardo Martínez Salgado  
 Leonel Gutiérrez  
 Leonor C. Fierros Sela  
 Leonor Ludlow  
 Leopoldo Galicia Sarmiento  
 Leopoldo Mendivil  
 Leopoldo Rodríguez  
 Leopoldo Solís  
 Leticia Gómez Mendoza  
 Leticia González Arratia  
 Leticia Montoya Herrera  
 Leticia Verdugo Díaz



La Secretaría de Educación Pública, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C., la Secretaría de Educación del Estado de Nuevo León, e Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C., invitan a la

## TERCERA CONFERENCIA INTERNACIONAL LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA

Impacto de la formación y el desarrollo profesional de los maestros en el éxito de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia en la Educación Básica

Monterrey, Nuevo León México, Marzo 16-18, 2005

### Países participantes:

Estados Unidos, Inglaterra, Suecia, Francia España, Chile, Brasil, Argentina, Colombia y México

Informes e inscripciones:  
 (0155) 55245150 ext. 109

[www.innovec.org.mx/conferencia](http://www.innovec.org.mx/conferencia)

# QUADRATO

ingeniería + diseño

diseño web | desarrollo de aplicaciones | multimedia

[www.quadrato.com.mx](http://www.quadrato.com.mx)

# 30 ANIVERSARIO

Lía Maisonnave  
 Liberio Victorino Ramírez  
 Lilia Alcaraz Meléndez  
 Lilia Gama  
 Lilia García Galván  
 Lilia Morales y Mori  
 Lilia Palacios F.  
 Lilia Soto  
 Lilia V. Oliver  
 Lilián Yépez Mulia  
 Liliana Irene Weinberg Marchevisky  
 Liliana Padilla Pérez  
 Lindsay G. Ross  
 Linnette Capó S.  
 Lita Paniagua  
 Lizbeth Rivero Montes  
 Lizet Díaz García  
 Lorena Archundia  
 Lorena Gutiérrez Schott  
 Lorenia Parada Ampudia  
 Lorenzo Martínez Gómez  
 Lorrain E. Giddings  
 Lothar Krause  
 Lothar M. Loske  
 Lourdes Arenas Bañuelos  
 Lourdes Escobedo  
 Lucero del Mar Ruiz Posadas  
 Lucía Flota  
 Luis A. Casas  
 Luis Alberto Pineda  
 Luis Almeida  
 Luis C. González  
 Luis Cacheux Pulido  
 Luis Carlos Rodríguez  
 Luis Carrera Parra  
 Luis Castillo Rivera  
 Luis Chumacero  
 Luis Cristóbal González  
 Luis E. Regalado

Luis Ernesto Aguilar Rosas  
 Luis Esteva Maraboto  
 Luis Estrada  
 Luis F. Baptista  
 Luis Felipe Rodríguez  
 Luis Gamboa Cabezas  
 Luis García Prieto  
 Luis Granovsky Minsurg  
 Luis Guevara  
 Luis Herrera Estrella  
 Luis I. Terrazas V.  
 Luis Javier Mier V.  
 Luis Ladrón de Guevara  
 Luis Marcelo Bruschtein  
 Luis Mario Schneider Zacouteguy  
 Luis Méndez  
 Luis Miguel Mitre Salazar  
 Luis Munguía  
 Luis Rendón  
 Luis Romo Cedano  
 Luis Salas  
 Luis Vázquez Rodríguez  
 Luis Zambrano  
 Luisa María Leal  
 Luz E. González  
 Luz Elena Salas Gómez  
 Luz María Juárez  
 Luz Marina Morales Pardo  
 Luz Navarro  
 Lydia Paredes Gutiérrez  
 M. A. Mendoza  
 M. A. Solís  
 M. Bliss  
 M. Bonilla M.  
 M. C. Escher  
 M. C. Vargas  
 M. Carmen Macías V.  
 M. Carrillo  
 M. Casas J.

M. Cotorogea  
 M. Getino  
 M. Gutiérrez  
 M. José Yacamán  
 M. Samet  
 Ma de Llanos  
 Ma. Angélica Navarro M.  
 Ma. Antonia González Zavala  
 Ma. Antonieta Flores  
 Ma. Antonieta Saldívar Chávez  
 Ma. Concepción Medellín  
 Ma. Cristina Cruz Estrada  
 Ma. Cristina Peñalba Garmendia  
 Ma. de Jesús Hernández Real  
 Ma. de Jesús Padilla V.  
 Ma. de los Angeles Martínez R.  
 Ma. de los Angeles Meza  
 Ma. de Lourdes Morquecho E.  
 Ma. de Lourdes Patiño Barba  
 Ma. de Lourdes Velásquez Albo  
 Ma. del Carmen Ruiz Castañeda  
 Ma. del Rocío Reyes M.  
 Ma. Dolores Villagómez Díaz  
 Ma. Elena Durán Rico  
 Ma. Elena Valverde  
 Ma. Esperanza Herrero  
 Ma. Esther Ortiz S.  
 Ma. Eugenia Betancourt  
 Ma. Eugenia González M.  
 Ma. Eugenia Mendoza Álvarez  
 Ma. Eugenia Pérez Correa  
 Ma. Guadalupe Ortega Pierres  
 Ma. Guadalupe Reyes García  
 Ma. Guadalupe Ruiz Vela  
 Ma. Isabel Corzo Velasco  
 Ma. Isabel Rivera Vargas  
 Ma. J. Jurado de Cristóbal  
 Ma. Lucía Taylor  
 Ma. Luisa Franco Brizuela  
 Ma. Luisa López Vallejo  
 Ma. Luisa Rodríguez Sala  
 Ma. Luisa Sevilla H.  
 Ma. Luz Arreguín S.  
 Ma. Neftalí Rojas Valencia  
 Ma. Teresa García Araizaga  
 Ma. Teresa Orta Ledesma  
 Maimé Martínez C.  
 Manuel Acevedo  
 Manuel Aguirre Gándara  
 Manuel Andrade Castro  
 Manuel Buendía  
 Manuel Ceballos Ramírez  
 Manuel Cosío  
 Manuel Elías Gutiérrez  
 Manuel Esquivel  
 Manuel F. Palazuelos  
 Manuel Gollás  
 Manuel Herrera  
 Manuel Méndez Nonell  
 Manuel Ortega  
 Manuel Pérez Villegas  
 Manuel Portilla Quevedo  
 Manuel Roque V.  
 Manuel Soriano García  
 Manuel V. Ortega Ortega  
 Marcela Lizano  
 Marcela Valdeavellano  
 Marcela Velázquez  
 Marcelino Cerejido  
 Marcelino Perelló Valls  
 Marcelo del Castillo M.  
 Marco A. Moreno C.  
 Marco Antonio Meraz Ríos  
 Marco Antonio Reyna Carranza  
 Marco Antonio Rodríguez Andrade  
 Marco Antonio Sau Navarro  
 Marco Arturo Moreno Corral  
 Marco J. Sánchez Colín  
 Marco Nisasaki  
 Marco V. Sánchez Colín

Margarita Guzmán Gómora  
 Margarita Loreto de Hernández  
 Margarita Pinto  
 Margarita Soto  
 Margarita Tadeo Robledo  
 María Berta V. Guillén  
 María Concepción Medellín  
 María Cristina Rosas  
 María de Ibarrola  
 María de los Angeles Blanco  
 María de los Angeles Rodríguez  
 María de Lourdes Alvarado  
 María de Lourdes Franco  
 María del Carmen Carrillo Alonzo  
 María del Carmen Cravioto  
 María del Carmen Torres Barrera  
 María del Pilar Gómez Gil  
 María del Rosario Baltasar  
 María Elena Orellana  
 María Elena Quevedo  
 María Estela Peragallo  
 María Eugenia Raya Pérez  
 María Herlinda Pedrayes  
 María Isabel Saavedra Rosado  
 María J. Rodríguez Shadow  
 María Juana Jurado M.  
 María Luisa López-Vallejo  
 María Magdalena Vázquez G.  
 María Morfín Stoopen  
 María Teresa Martínez de Lara  
 María Teresa Vázquez Conde  
 María Verónica Bruera B.  
 Mariano Barragán  
 Mariano Bauer  
 Maribel Edith Vázquez Lara  
 Marimar de Ayala  
 Mario A. González Garza  
 Mario Dávila Flores  
 Mario García Hernández  
 Mario Méndez Acosta  
 Mario Oñate  
 Mario Peral Manzo  
 Mario Ramírez Rancaño  
 Mario Tiscareño López  
 Marisela Torres Martínez  
 Marsella Cruz Ruiz  
 Martha C. Muntzel  
 Martha Eugenia Rodríguez  
 Martha Garagarza  
 Martha Luna  
 Martha Pedraza López  
 Martha Ruiz Mendoza  
 Martín Bonfil Olivera  
 Martín Cano  
 Martín Casillas  
 Martín Guevara  
 Martín Maas  
 Martín Merino  
 Martín Romero G.  
 Martín Sánchez  
 Maruxa Armijo Canto  
 Mauricio Beuchot  
 Mauricio Salcedo V.  
 Mayán Santibañez Cervantes  
 Mayella Almazán Arreola  
 Mayra de la Torre  
 Melitón Reyes T.  
 Mercedes G. López  
 Mercedes Perusquia  
 Mercedes Sobal  
 Michael Schorr W.  
 Miguel A. Jiménez Montaña  
 Miguel A. Velásquez Valle  
 Miguel Ángel Casillas Alvarado  
 Miguel Ángel Castro Medina  
 Miguel Ángel Cevallos  
 Miguel Ángel G. Sánchez de Armas  
 Miguel Ángel García García  
 Miguel Ángel Gómez L.  
 Miguel Ángel Herrera

## CONVOCATORIA

INFARVET y CONACYT, convocan a los investigadores que realizan trabajos de investigación básica y desarrollo tecnológico aplicados al sector veterinario a participar en el

**Premio INFARVET-CONACYT 2004**  
**Dr. Alfredo Téllez Girón Rode**

**Premio INFARVET-CONACYT**



Dr. Alfredo Téllez Girón Rode

El Premio INFARVET-CONACYT 2004, se otorgará a los mejores trabajos de investigación básica y desarrollo tecnológico realizados mayoritariamente en México, con una aplicación directa en la Industria Farmacéutica Veterinaria.

El trabajo ganador en cada disciplina, recibirá \$100,000.00 en efectivo y un diploma de reconocimiento.

La fecha límite para registro es el 15 de Marzo de 2005.

El resultado del concurso se dará a conocer en la tercera semana de Abril de 2005.



CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

AV. CUAUHTEMOC 1483 • COL. STA CRUZ ATOYAC  
 C.P. 03310 MEXICO, D.F. TEL. 6488 9530  
 e-mail: infarvet@mx.inter.net  
 www.infarvet.com

CONACYT

# AUTORES Y COLABORADORES

Miguel Ángel Rivera vila  
 Miguel Arturo Morales Zamorano  
 Miguel Carrillo M.  
 Miguel de Icaza  
 Miguel González Compeán  
 Miguel José Yacamán  
 Miguel León Portilla  
 Miguel Pérez de la Mora  
 Miguel Rubio Candelas  
 Miguel Rubio Godoy  
 Miguel Salinas F.  
 Miguel Valle Pérez  
 Mina Casillas de A.  
 Mina Konigsberg Fainstein  
 Mireia Artís  
 Mireya Maldonado  
 Miriam C. Izquierdo  
 Mirna A. Montoya  
 Mirna P. Paredes Rivera  
 Mónica Diez Martínez  
 Mónica Espinoza Espíndola  
 Mónica Genis Chimal  
 Mónica Lavín  
 Mónica Navarro  
 Nadia Ramírez Moreno  
 Nallely Arias  
 Nancy Reynoso Noverón  
 Narciso Acuña González  
 Neftalí Sánchez R.  
 Nelson Papavero  
 Nemesio Chávez  
 Nicandro Cruz R.  
 Nicole Giron  
 Nieves Martínez de la Escalera C.  
 Noboru Takeuchi Tan  
 Noé Manuel Montaña Arias  
 Norma Blázquez  
 Norma Castillo  
 Norma Castro Quiteño  
 Norma Emilia González  
 Norma García Herrera  
 Norman J. Sosenberg,  
 O. Bucio  
 Octavio Paredes López  
 Olga L. Pérez Ramírez  
 Olga Leticia Pérez Ramírez  
 Omar G. Miranda Romagnoli  
 Omar G. Torres Gómez  
 Onofre Rojo A.  
 Óscar Castañón C.  
 Óscar de Buen Richkarday  
 Óscar Flores Solano  
 Óscar M. González Cuevas  
 Óscar Moctezuma O.  
 Óscar Newton Sánchez  
 Óscar Próspero García  
 Óscar Ramírez Toledano  
 Óscar Salas G.  
 Óscar Uriel Velasco Fuentes  
 Otoniel Buenrostro Delgado  
 Otto Ortega Morales  
 Pablo Rudomín  
 Pablo Sánchez Ivarez  
 Pablo Valderrama  
 Pablo Valdez  
 Paloma González Cepeda  
 Parma O. Aragón Mladosich  
 Patricia Corres Ayala  
 Patricia Crespo  
 Patricia Flores Pérez  
 Patricia Piña S.  
 Patricia Vázquez  
 Patricia Villaseñor Cuspinera  
 Patricia Zendejas López  
 Patricio Gariglió  
 Patrick Johansson K.  
 Paula Bourges Waldegg  
 Paulino Sabugal Fernández  
 Pedro A. Mosiño  
 Pedro Bosch Giral  
 Pedro Hugo Hernández Tejeda  
 Pedro L. Ardisson  
 Pedro Medina Rosas  
 Pedro Pereyra  
 Pedro Schneider  
 Pedro Solís Cámara R.  
 Peter Kerieger  
 Pilar Franco  
 Pilar Máñez  
 Porfirio Morales  
 R. César Izaurrealde  
 R. Herrera Becerra  
 R. Rojas  
 R. Villadelmar  
 Rafael A. Barrio Paredes  
 Rafael Baquero  
 Rafael Diego Fernández  
 Rafael Enríquez Lizaola  
 Rafael Fernández N.  
 Rafael J. Fernández Moctezuma  
 Rafael J. Salin Pascual  
 Rafael Jiménez F.  
 Rafael Martínez Mendoza  
 Rafael Patiño Mercado  
 Rafael Quintero Torres  
 Rafael Rubio  
 Rafael Valdés  
 Raghavan Shrinivasan  
 Ramiro García  
 Ramiro Jaramillo  
 Ramón A. López Pérez  
 Ranulfo Romo  
 Raquel Barreda  
 Raquel Barreda Villarreal  
 Raquel María Teresa Barreda Villarreal  
 Raúl Aguilar Roblero  
 Raúl Aguilar Rosas  
 Raúl Barrera Rodríguez  
 Raúl Belmont  
 Raúl García Chávez  
 Raúl Mena López  
 Raúl Monteforte Sánchez  
 Raúl N. Ondarza  
 Raúl Rodríguez Anda  
 Raúl Rojas  
 Raúl Valadez Azua  
 Raymundo Bautista Reyes  
 Raymundo Castelán  
 Rebeca Barriga Villanueva  
 Rebeca Cerda C.  
 Regina Jiménez Ottalengo  
 Regina Sánchez B.  
 Renata Rivera Madrid  
 Renato A. Mendoza Salgado  
 Renato Iturriaga  
 René Acuña  
 René Anaya Sarmiento  
 René Drucker Colín  
 René Ferreiro  
 René Velázquez de León  
 Reyes Tamez Guerra.  
 Reynaldo Ariel Ivarez Morales  
 Ricardo A. Márquez  
 Ricardo Eaton González  
 Ricardo Gutiérrez y G.  
 Ricardo Hernández  
 Ricardo Sánchez Puente  
 Ricardo Torres Jardón  
 Ricardo Valenzuela  
 Rita Angulo Villanueva  
 Robert A. Brown  
 Robert Bye  
 Roberta Castillo M.  
 Roberta Costa Díaz  
 Roberto Herrera  
 Roberto Jurado  
 Roberto Luévano  
 Roberto Martínez Gallardo  
 Roberto Millán  
 Roberto Moreno de los Arcos  
 Roberto Morett  
 Roberto Murillo López  
 Roberto Rodríguez Gómez  
 Roberto Romero Sandoval  
 Roberto Sayavedra Soto  
 Rocío B. Mena Correa  
 Rocío Díaz Couder  
 Rocío Elena Hamue Medina  
 Rocío García Martínez  
 Rocío Incera  
 Rocío Ortiz López  
 Rocío Ruiz de la Barrera  
 Rodolfo Cárdenas Reygadas  
 Rodolfo Castañeda S.  
 Rodolfo Neri Vela  
 Rodolfo Quintero  
 Rodolfo Stavenhagen  
 Rodrigo Aveldaño Salazar  
 Rodrigo López Sansalvador  
 Rodulfo Figueroa Aramoni  
 Rogelio Ramírez Casillas  
 Rogelio Soto Ayala  
 Rogerio Ramírez Gil  
 Román Ivarez Béjar  
 Romualdo López Zárate  
 Ronny Kersenovich S.  
 Rosa C. Castro  
 Rosa Estela Navarro González  
 Rosa L. González Navarrete  
 Rosa María Arana  
 Rosa María Bermúdez  
 Rosa Martínez Segura  
 Rosalba Casas Guerrero  
 Rosalina Barragán Gómez  
 Rosalina Ramírez Olivas  
 Rosalinda Contreras  
 Rosalío López Durán  
 Rosamond Coates de Estrada  
 Rosario Rodríguez Arnaiz  
 Rosario Uranga  
 Rosaura Ruiz G.  
 Roxana Berrocal Domínguez  
 Roxana Elvridge Thomas  
 Rubén Ramírez Plascencia  
 Rubén Rojas Villaseñor  
 Ruth I. Sosa B.  
 Ruth Urbá-Holmgren  
 Ruy Pérez Tamayo  
 S. Fujita  
 Salvador Aguilar Benítez  
 Salvador Castro  
 Salvador Jara Guerrero  
 Salvador Landeros Ayala  
 Salvador Pérez Ramos  
 Salvador Ruiz  
 Samuel Martínez  
 Samuel Ponce de León  
 Sandra Arcos Reyes  
 Sandra Zetina  
 Santiago Genovés  
 Santiago J. Pérez ruiz  
 Sara Adriana Méndez  
 Sara C. Díaz  
 Sara L. Pérez  
 Scott Barton  
 Selene Cansino  
 Sergio de Régules  
 Sergio Estrada Orihuela  
 Sergio Fernández  
 Sergio Hernández  
 Sergio Ortega Noriega  
 Sergio Raimond  
 Sergio Salazar Vallejo  
 Sergio T. Ivarez Castañeda  
 Shahen Hacyan  
 Sila Nájera Martínez  
 Silvestre Villegas Revueltas  
 Silvia Berrocal Ibarra  
 Silvia Bravo  
 Silvia E. Ibarra Obando  
 Silvia E. Purata  
 Silvia Ojanguen R.  
 Simon Brailowsky  
 Socorro León Femat  
 Socorro M. de Puente  
 Sonia Cheng  
 Susana Alicia Rosas  
 Susana García J.  
 Susannah Glusker  
 Sylvia B. Ortega Salazar  
 Sylvia Schmelkes  
 T. Prutskij  
 Takeshi Ogawa Murata  
 Tania Garfías Espejo  
 Tania Hernández Vicencio  
 Tania Lorena Volke Sepúlveda  
 Tatiana Falcón  
 Tatiana Proskouriakoff  
 Tedi López Mills  
 Teresa Corona  
 Teresa Fernández de Juan  
 Teresa I. Fortoul  
 Teresa Mier  
 Timothy J. Downs  
 Tobías Rodríguez R  
 Tomás Benítez  
 Tomás García Salgado  
 Tomás Orozco  
 Tomás Venegas R.  
 Tomás Zurián  
 Topiltzin Contreras Cacbeath  
 Úrsula Bernath  
 V. M. Castaño  
 V. Navarro  
 Venustiano Joaquín Bonilla  
 Amador  
 Verónica Benítez  
 Verónica Hoyos Aguilar  
 Verónica Volkow  
 Viatcheslav A. Mishournyi  
 Vicente Aboites  
 Vicente Anaya  
 Vicente G. López Fernández  
 Vicente Madrid Marina  
 Vicente Quirarte  
 Víctor Alemán Alemán  
 Víctor Ila Chombo  
 Víctor Goytia  
 Víctor Granados García  
 Víctor Hugo Garnica C.  
 Víctor Hugo Páramo Figueroa  
 Víctor L. Urquidi  
 Víctor M Cobos Gasca  
 Víctor M. Arredondo Galván  
 Víctor M. Lozano  
 Víctor M. Méndez  
 Víctor M. Toledo Manzur  
 Violeta Múgica A.  
 Virginia Cervantes  
 Virginia González Claverán  
 Virginia Guedea  
 Virginia León Regagnon  
 Vivianne Solís Weiss  
 Walter Ritter Ortiz  
 Wilbert Córdova M.  
 Wilfredo Guzmán Guajardo  
 Wilfrido Martínez  
 Wolfgang Steffen  
 Xóchitl Martínez Barbosa  
 Xóchitl Ramírez Tenorio  
 Yliana Rodríguez y Rodrigo Bazán  
 Yoav Bashan  
 Yoko Sugiura Yamamoto  
 Yolanda Freile Pelegrín  
 Yolanda Meyenberg Leycegui  
 Yolanda Olvera López  
 Zenón Cano Santana



# PARA AUTORES: RECOMENDACIONES

## ¿QUÉ ESPERAMOS?

Ciencia y Desarrollo es una revista de divulgación, su principal objetivo es comunicar el conocimiento de manera clara y precisa al público no especializado, pero interesado en acrecentar su comprensión acerca del mundo y su perfil cultural a través de elementos propios de la investigación en ciencia, tecnología y áreas humanísticas y sociales. Por ello se incluyen ensayos, artículos, reportajes, entrevistas, reseñas bibliográficas y noticias acerca del acontecer cultural, entendido como un sistema donde ciencia, arte, humanidades y sociedad se integran, principalmente en nuestro país. Es dentro de este marco que invitamos a los académicos, investigadores, profesores, divulgadores y expertos a participar con textos cuyos contenidos queden comprendidos en alguna de las siguientes áreas de conocimiento:

- I. Físico-matemáticas y ciencias de la tierra
- II. Biología y química
- III. Medicina y ciencias de la salud
- IV. Humanidades, arte y ciencias de la conducta
- V. Ciencias sociales y políticas
- VI. Biotecnología y ciencias agropecuarias
- VII. Ingeniería

## ¿CÓMO?

Las colaboraciones recibidas tendrán dos tipos de evaluación: una de contenido, que será realizada por expertos en el tema, y otra estructural, a cargo de expertos en cuestiones editoriales y redacción. Entre los criterios que serán considerados están: interés del tema para el público general; rigor en la investigación y en la exposición de los resultados y lenguaje comprensible para todo público. Enfatizamos la importancia de redactar en forma clara y precisa.

### En su presentación se deberán cumplir las siguientes recomendaciones:

**a)** Cuartillas tamaño carta, con tipografía Arial en 12 puntos y a doble espacio, con un mínimo de 6,000 caracteres con espacios, y un máximo de 10,000, incluidas referencias, cuadros y bibliografía recomendada. Las reseñas, deberán tener un máximo de 3,500 caracteres, con espacios. Es necesario anexar el archivo electrónico correspondiente realizado en programa Word.

**b)** El título del artículo deberá ser corto y atractivo, rompiendo con el formato de título acostumbrado para presentar trabajos de investigación, pues su objetivo es atraer la atención del lector. Aparecerá en la carátula, junto con el nombre del autor, o los autores, el de sus instituciones y departamentos de adscripción o el de su profesión; las direcciones postales y electrónicas, así como números telefónicos o de fax.

**c)** Además, deberá enviarse un breve anexo que contenga los siguientes puntos: resumen del texto, importancia de su divulgación, público al que puede interesarle y un resumen curricular de cada autor en 5 líneas, incluyendo nombre; grado académico o experiencia profesional reciente; nombres com-

pletos de las instituciones y sus siglas a continuación, entre paréntesis. En caso de tener publicaciones, anotar el título completo de la más reciente con año de publicación; distinciones y proyectos importantes, mencionando los apoyos del CONACYT –si se han dado– y si existe, relación con el SNI. Si desean publicar su correo electrónico, favor de expresarlo.

**d)** Con el fin de divulgar el conocimiento del tema tratado, se solicita a los autores proyectar su texto no sólo como información vertida a lo largo de las cuartillas, sino como una opción explicativa, de divulgación. Para ello se recomienda realizar un esquema previo, donde el autor puede concretizar sus ideas de manera clara antes de escribir. Se sugiere desarrollar el texto a través de pequeñas secciones indicadas con subtítulos, igual de atractivos que el título general. En cada sección se tratará de manera precisa una parte del todo integral.

**e)** Los autores deberán aclarar los términos técnicos usados, de manera inmediata tras su primera mención dentro del texto, al igual que las abreviaturas. Las citas llevarán la referencia inmediatamente después. En caso de presentarse en otro idioma, se incluirá la traducción entre paréntesis. No se indicará con número para lectura en pie de página o al final.

**f)** Sólo se usarán fórmulas y ecuaciones en caso de ser indispensables y se deberán aclarar de la manera más didáctica posible.

**g)** La inclusión de gráficas o cuadros se realizará sólo en aquellos casos en los que la presentación de datos sea de particular importancia para el enriquecimiento, la comprensión o la ilustración del texto. Deberán presentarse con título independiente, también concreto y enfático, y texto descriptivo y/o explicativo.

**h)** Todo artículo se presentará acompañado de ilustraciones y/o fotografías que se utilizarán como complemento informativo. En dichas imágenes se debe cuidar el enfoque, encuadre y luminosidad y enviarse en opacos o diapositivas. Cuando las ilustraciones sean enviadas por medio magnético o electrónico, se remitirán en los formatos EPS, TIF o JPG con un mínimo de resolución de 300 pixeles por pulgada en un tamaño mínimo de media carta. No insertarlos en el texto.

**i)** En una hoja aparte, deberán enviarse los pies de fotografía, con una extensión no mayor a una línea, en los cuales se incluirá la información básica para aclarar la imagen, así como los créditos respectivos.

**j)** En otra hoja anexa, el autor deberá incluir tres ideas básicas que, sin rebasar la extensión de una línea, considere deben acompañar el texto. Estos son los llamados “balazos”.

**k)** En el caso de lecturas recomendadas, las fichas bibliográficas deben contener los siguientes datos: autores, título del artículo, nombre de la revista o libro, empresa editorial, lugar, año de la publicación y serie o colección, con su número correspondiente, y no se aceptarán más de cinco.

## ¿DÓNDE?

### Los artículos serán recibidos en:

Ciencia y Desarrollo, Av. Insurgentes 1582, 4to. Piso  
Col. Crédito Constructor, 03940 México, D. F.  
cienciaydesarrollo@conacyt.mx