



# Cinvestav

25

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS | VOL. 01, NÚM. 25 | ENERO - MARZO 2006

CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
PARA EL SIGLO  
XXI



Cinvestav

# 3<sup>rd</sup>. International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE) And XII Conference on Electrical Engineering (CIE 2006)



cie  
2006



<http://iceee.ie.cinvestav.mx>

Conference Chairman  
Dr. Luis Gerardo de la Fraga

## Technical areas will include topics on

Bioengineering and Medical Electronics



Communications Systems



Computers Science



Solid-State Electronics and VLSI



Mechatronics and Automatic Control



Electronics Circuits  
Semiconductor Materials



Electrical Power

## Organizing Committee

Dr. Arturo Díaz-Pérez  
(Proceedings Editor)

Dr. Arturo Minor-Martínez  
(Technical Program)

Dr. Ernesto Suaste-Gómez  
(Industrial Relations and Exhibit)

Dr. Mauricio Lara-Barrón  
(Logistics and Courses)

## INFORMATION

M. en C. Judith Esparza Azcoitia  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Cinvestav-IPN  
Av. Instituto Politécnico Nacional 2508  
Col. San Pedro Zacatenco  
Delegación Gustavo A. Madero  
07360 México, D. F., México  
Phone: 52 (55) 5061-3800 ext 6503  
Fax: 52 (55) 5061-3976  
E-mail: [iceee@cinvestav.mx](mailto:iceee@cinvestav.mx)



## IMPORTANT DATES

Full manuscript: May 15, 2006.  
Review notification: June 23, 2006.  
Final revised manuscript: July 28, 2006.

This conference is organized by the Electrical Engineering Department at Cinvestav-IPN Zacatenco <http://cinvestav.mx>  
Head of the Electrical Engineering Department  
Dr. Ernesto Suaste-Gómez <http://www.ie.cinvestav.mx>

Veracruz, Mexico  
September 6-8, 2006



*Origen de la vertebración* (2000), técnica mixta sobre acrílico, 67 x 80 cm

Las ilustraciones que aparecen en este número son obras de la pintora Ana María Guardia Nicolás

**ANA MARÍA GUARDIA NICOLÁS** Algunas exposiciones:

- 2005 Club de Industriales *University Club de Bosques*, México DF, individual, noviembre.
- 2005 Centro Cultural Tijuana (CECUT-CONACULTA), colectiva de pintores californianos en homenaje a Baja California, Tijuana, BC, mayo.
- 2004 The Gallery on 5<sup>th</sup>, San Diego, California, EUA, individual, septiembre.
- 2004 Galleria d'Arte L'Acuario, Roma, Italia, individual, septiembre.
- 2004 Instituto de las Américas, Universidad de San Diego California (UCSD), La Jolla, California, EUA, colectiva de Ana María Guardia y Valrá, septiembre.
- 2004 Feria Anual de Arte *ArtWalk*, EUA, colectiva de artistas mexicanos invitados por el Consulado General de México en San Diego, California, abril.
- 2003 Feria Anual de Arte *ArtWalk*, EUA, colectiva de artistas mexicanos invitados por el Consulado General de México en San Diego, California, abril.
- 2002 Asamblea Legislativa del Distrito Federal, México, DF, colectiva con Andrés Henestrosa (poesía), Arrigo Coen (lingüística) y Ana María Guardia (pintura), abril.
- 2002 Museo Francisco Goitia, Zacatecas, Zacatecas, individual, febrero.
- 2001 Instituto de Cultura del Municipio de la Ciudad de Tijuana (IMAC), Casa de la Cultura Altamira, individual, noviembre.
- 2000 Centro Cultural Tijuana (CECUT-CONACULTA), Tijuana, BC, individual, octubre.
- 1999 Museo de la Revolución, Instituto de Cultura de la Ciudad de México, México DF, individual, julio.

# Contenido

Editorial	3
Luz Manuel Santos Trigo	
Presentación	4
Eugenio Frixione Garduño	
De qué depende el desarrollo futuro de la ciencia en México	6
Ruy Pérez Tamayo	
Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica	10
Hebe Vessuri	
¿Qué hacer en la ciencia y con la ciencia en México?	20
León Olivé	
Usos y abusos de la cienciometría	28
Miguel Ángel Pérez Angón	
¿Qué hacer para transformar a nuestros investigadores en científicos?	34
Marcelino Cerejido	
La cooperación academia-industria. ¿Es posible en México?	44
Walid Kuri-Harcuch	
Generic medicines and the question of the similar	50
Cori Hayden	
Los olvidados por la educación científica y tecnológica	60
Eugenio Frixione Garduño	
Crónica de la creación del Cinvestav Unidad Monterrey	68
Ángeles Paz Sandoval	
Noticias	75



Cinvestav

## CINVESTAV

Rosalinda Contreras Theurel  
DIRECTORA GENERAL

José Mustre de León  
SECRETARIO ACADÉMICO

Luis Alfonso Torres Gómez  
SECRETARIO DE PLANEACIÓN

Victor Gabriel Gutiérrez Lugo  
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

## REVISTA CINVESTAV

Luz Manuel Santos Trigo  
DIRECTOR EDITORIAL

Jania Argüelles Castro  
JEFA DE DIFUSIÓN

Luisa Bonilla  
Josefina Miranda López  
María Gabriela Reyna López  
APOYO EDITORIAL

María Elena Barbieri  
CORRECCIÓN DE ESTILO

Héctor Montes de Oca / El Diablito  
Carolina Rodríguez  
DISEÑO

SUSCRIPCIONES Y DISTRIBUCIÓN  
revista@cinvestav.mx  
T/F (55) 50 61 33 71

## CONSEJO EDITORIAL

Marcelino Cerejido Mattioli  
FISIOLOGÍA

Carlos Coello Coello  
SECCIÓN DE COMPUTACIÓN

Antonio Fernández Fuentes  
UNIDAD SALTILLO

Eugenio Frixione Garduño  
SECCIÓN DE METODOLOGÍA  
Y TEORÍA DE LA CIENCIA

Gabriel López Castro  
FÍSICA

Luis Enrique Moreno Armella  
MATEMÁTICA EDUCATIVA

José Luis Naredo Villagrán  
UNIDAD QUERÉTARO

Rodrigo Tarkus Patiño Díaz  
UNIDAD MÉRIDA

Ángeles Paz Sandoval  
QUÍMICA

Betzabet Quintanilla Vega  
SECCIÓN EXTERNA DE TOXICOLOGÍA

Eduardo Remedi Alione  
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

Arturo Sánchez Carmona  
UNIDAD GUADALAJARA

La revista *Cinvestav* antes *Avance y Perspectiva*, órgano oficial del **Cinvestav** (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados) es una publicación trimestral dedicada a la difusión y divulgación de la actividad científica y de la vida académica del Centro. Los artículos publicados son responsabilidad de sus autores. Se autoriza la publicación parcial o total del material publicado con el requisito de que se cite la fuente. La edición correspondiente a enero-marzo 2006, volumen 25, número 1 se terminó de imprimir en marzo de 2006. Tiraje: 5000 ejemplares. Certificado de Reserva de Derecho de Autor, Licitud de Contenido y Certificado de Licitud de Título: en trámite. Negativos, impresión y encuadernación: Lito Laser S.A. de C.V., Primera Privada de Águiles Serdán núm. 28, Col. Santo Domingo Azcapotzalco, CP 02160, Del. Gustavo A. Madero, México DF. Sede del **Cinvestav**: Av. Instituto Politécnico Nacional núm. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, CP 07360, Del. Gustavo A. Madero, México DF. Web del **Cinvestav**: [www.cinvestav.mx](http://www.cinvestav.mx)

# Editorial

Con este número la revista *Cinvestav* inicia una nueva época de lo que antes fue la revista *Avance y Perspectiva*. El nombre *Cinvestav* intenta proyectar la imagen de la institución e informar sobre las respuestas que desde ésta se presentan a los constantes cambios en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. En esta nueva fase se destaca una línea editorial que promueve el intercambio de ideas entre la comunidad del **Cinvestav** y otras instituciones o grupos académicos. El nuevo desafío es lograr que los contenidos de la revista reflejen la identidad del Centro en términos de dar a conocer aspectos del quehacer científico y los productos de investigación que se generan en las áreas o disciplinas que se practican en nuestra institución.

Se adopta un diseño que permite ilustrar el contenido de la revista a color. Además, se presentará una versión electrónica con un formato flexible que contribuya a agilizar el proceso de publicación y promover el diálogo entre lectores y autores.

En tiempos de avances notables en el desarrollo de la tecnología resulta importante establecer una reflexión continua acerca de la influencia de la tecnología digital, no sólo en el quehacer propio de cada una de las disciplinas, sino también en el impacto que el uso de artefactos tecnológicos produce en las relaciones cotidianas de los individuos. En esta era de la información, la revista ofrece un espacio a la comunidad académica para publicar artículos de difusión de temas especializados o de frontera, trabajos de revisión y orientación en áreas determinadas, innovaciones educativas, o artículos que orienten la reflexión de cierta problemática sin recurrir a las herramientas técnicas de la disciplina.

¿Qué tipo de competencias disciplinarias resultan importantes que el individuo desarrolle en el ámbito escolar para que participe en la producción de nuevos conocimientos, en esta época de desarrollos notables de la tecnología? Esta es una pregunta que requiere de un análisis desde la perspectiva de los expertos, educadores, maestros, estudiantes y de la sociedad en su conjunto. La revista *Cinvestav* se presenta como un vehículo importante para fomentar la reflexión sistemática sobre los temas fundamentales que esa agenda de trabajo debe incluir.

En esta edición los contenidos y la forma en que se abordan los temas son una muestra del potencial que se genera al discutir la ciencia desde diferentes dominios.

La pintora Ana María Guardia contribuye con una muestra de su obra en la construcción de un contexto para presentar esta reflexión multidisciplinaria. Todo el agradecimiento al Dr. Eugenio Frixione por haber aceptado llevar a cabo la coordinación del contenido de este número que representa el inicio de una nueva época de la revista.

Luz Manuel Santos

# Presentación

## Además de difusión, discusión de la ciencia

Esta edición de la revista *Cinvestav* trata acerca de la ciencia. No de una ciencia o de varias ciencias, sino de la ciencia en general como actividad profesional colectiva en un contexto específico —en una nueva circunstancia local y global cuando comienza un nuevo siglo dominado como nunca antes por la ciencia y la tecnología. Los ocho artículos que se incluyen están planteados en el presente, pero de cara a un futuro desafiante y a un mundo en transformación cada día más vertiginosa. Son contribuciones procedentes tanto del **Cinvestav** como de otras instituciones académicas, tanto de México como de otros países, escritas en español y en inglés. Los autores son todos académicos que cultivan diferentes áreas del conocimiento y con experiencia de primera mano en los temas que abordan aquí.

Cómo promover, evaluar y enseñar la ciencia, y cómo se comercializan sus productos. Cuál es la responsabilidad de sus principales actores —los científicos—, tanto hacia el desarrollo de la ciencia misma como hacia la sociedad que la patrocina. Qué papel les corresponde jugar frente a los riesgos que puede entrañar el inexorable avance tecnológico. Qué clase de relaciones les conviene establecer con los sectores oficial, político y privado, así como con los medios de comunicación.

Solicitados por separado, con sólo mínimas sugerencias acerca de contenidos y sin acuerdo previo entre los autores, los textos resultaron en buena medida convergentes y se imbrican en diversos sentidos por encima de las delimitaciones que parecen señalar los títulos.

Sin embargo, nadie espera coincidencias automáticas con las posiciones aquí presentadas. Por el contrario, sería útil conocer otras opiniones acerca de las mismas cuestiones. O bien puntos de vista sobre otros aspectos relevantes de interés general para cualquier profesional de la ciencia y la tecnología. Sobre decir que éstos son sólo algunos de los numerosos asuntos que reclaman atención urgente por parte de la comunidad científica y tecnológica en todos lados, principalmente en los países con menor tradición en la materia.

Una vez más mi cordial agradecimiento a quienes generosamente contribuyeron con textos u obra artística para este número de *Cinvestav*, así como a la doctora Laura Cházaro de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia del **Cinvestav** por su amable intervención para establecer contacto con las doctoras Vessuri y Hayden. Mi reconocimiento también para el personal que participa en la producción de la revista por su esmero y entusiasmo para el lanzamiento de un nuevo formato, y a su Director Editorial, el doctor Manuel Santos, por la invitación para coordinar esta edición.

Eugenio Frixione



Flor Negra (2005), técnica mixta en plástico, 20 x 34 cm.

# De qué depende el desarrollo futuro de la ciencia en México

Fue la propia comunidad científica la que promovió la formación del Conacyt, la que generó y conservó la iniciativa de su propio desarrollo, la que institucionalizó a la ciencia en la UNAM, la que fundó la Academia de la Investigación Científica, la que ideó y fundó el Cinvestav.

## Ruy Pérez Tamayo

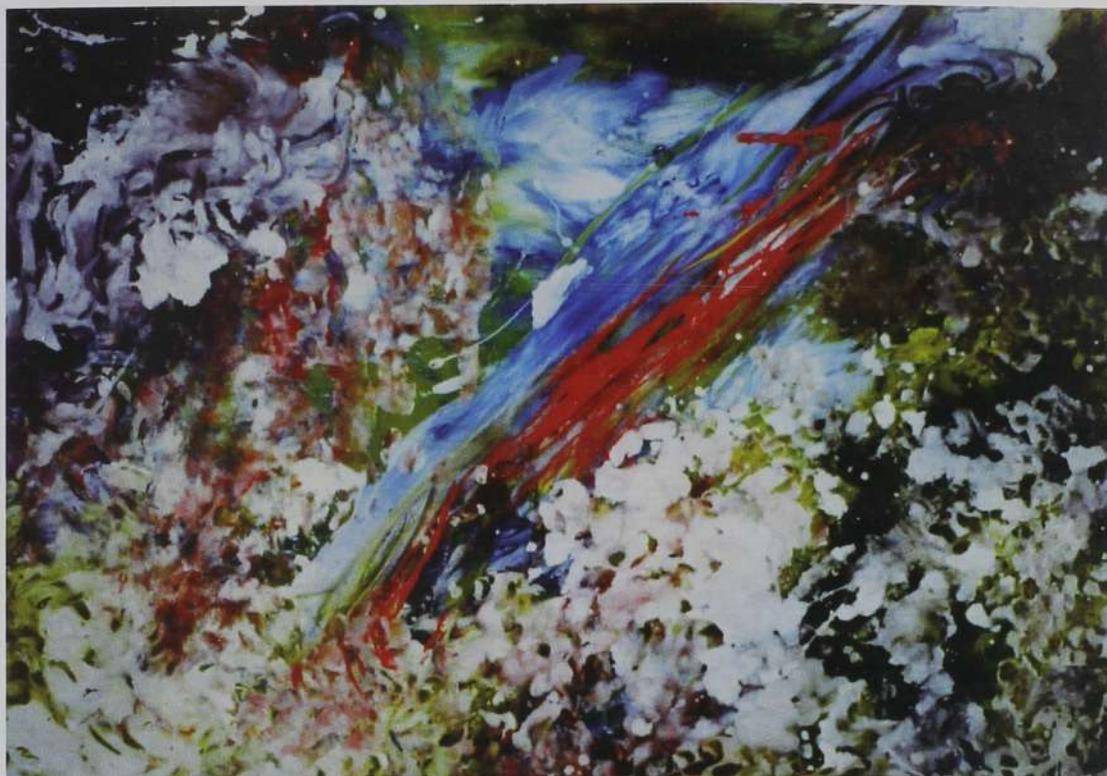
**Cuando se compara** el estado de la ciencia en México a principios del siglo XX con el que muestra en el año 2006 las diferencias son notables, y ocurren en todos los niveles en sentido positivo. Al iniciarse el siglo pasado la comunidad científica mexicana era minúscula, no tenía posibilidad alguna de crecimiento, los recursos para financiarla no existían y su productividad se limitaba a repetir lo que venía del extranjero, especialmente de Francia. Naturalmente, a todo lo anterior había excepciones, algunas notables, pero eran precisamente eso, excepciones. La situación no mejoró de manera notable hasta la segunda mitad del siglo XX, en que cada vez con mayor presencia y vigor empezaron a consolidarse diferentes grupos de investigadores, se formaron las primeras "escuelas" en distintas especialidades y la calidad de algunos trabajos alcanzó nivel internacional. Todo esto ante la indiferencia (cuando no la hostilidad) del Estado, pero con el apoyo decidido de la UNAM y de otras pocas instituciones públicas de educación superior. No fue sino hasta principios de 1970 que el gobierno empezó a mostrar cierto interés en la ciencia y la tecnología, al principio

mucho más en los discursos que en los hechos, pero es innegable que para el año 2000 la conciencia sobre la importancia potencial de la ciencia en el desarrollo del país ya parecía formar parte (por lo menos en los discursos) de la postura oficial de las autoridades administrativas.

Pero esa transformación no se generó por iniciativa de las esferas oficiales, sino que se produjo gracias a la tenacidad y a la insistencia de los propios grupos de científicos, que con gran decisión mantuvieron una actividad continua y creciente contra viento y marea. Fue la propia comunidad científica la que promovió la formación del Conacyt (y no el gobierno), la que generó y conservó la iniciativa de su propio desarrollo (y no los Planes Oficiales), la que institucionalizó a la ciencia en la UNAM (una vez que obtuvo su autonomía del Estado), la que fundó la Academia de la Investigación Científica hoy Academia Mexicana de Ciencias, la que ideó y fundó el Cinvestav (y no la Secretaría de Educación), la que promovió el SNI (y no el Presidente De la Madrid), la que propuso la creación del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia (y no el Presidente Salinas). Ninguno de

**RUY PÉREZ TAMAYO** Es jefe del Departamento de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina de la UNAM, en el que desde 1984 ha dirigido investigación sobre diversos problemas de patología humana. Han estado también bajo su dirección la Unidad de Patología creada por esa misma facultad en el Hospital General de México y el Departamento de Biología Celular del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, así como el Departamento de Patología del Instituto Nacional de la Nutrición "Dr. Salvador Zubirán". Durante 10 años perteneció a la Junta de Gobierno de la UNAM, y es hoy Director del Seminario de Problemas Científicos y

Filosóficos en dicha institución, además de miembro de El Colegio Nacional, Director Adjunto de la Academia Mexicana de la Lengua, y fundador y presidente del Colegio de Bioética, A. C. Autor de numerosos libros tanto técnicos como de divulgación, entre los que cabe destacar una acuciosa revisión histórica sobre el desarrollo de su propia especialidad científica (*El Concepto de Enfermedad. Su evolución a través de la historia, Fondo de Cultura Económica, 1998*), dedicó su más reciente título (*Historia General de la Ciencia en México en el Siglo XX, Fondo de Cultura Económica, 2005*) a un análisis crítico estrechamente relacionado con el tema que aborda hoy en estas páginas.



Atlahua II (2000), técnica mixta en acrílico, 80 x 67 cm

los episodios fundamentales en el formidable crecimiento de la ciencia en la segunda mitad del siglo XX en México fue idea o promoción inicial del gobierno; en todos ellos la iniciativa partió de la propia comunidad científica, y al final el Estado no pudo menos que aceptar la situación y seguir las direcciones señaladas por los grupos líderes de los investigadores, aunque después siempre se adjudicó los méritos respectivos.

El salto cuántico de la ciencia y la tecnología en México en la segunda mitad del siglo XX lo apreciamos mejor los que ya formábamos parte de la comunidad científica en 1950, antes que se inaugurara la Ciudad Universitaria, y 55 años después, a principios del siglo XXI, todavía seguimos haciendo investigación. De no tener espacios ni equipos propios para realizar el trabajo, ni recursos especiales para financiarlo, ni nombramientos de investigadores, ni reconocimiento institucional o social de esa actividad como académica, ni organismos oficiales encargados de apoyarla y promoverla, ni reconocimientos ni premios por realizarla, pasamos en el lapso de poco más de dos generaciones a una situación que al principio nunca hubiéramos podido creer posible.

En la actualidad ya hay laboratorios específicamente diseñados y equipados para la investigación, nombramientos de investigador, donativos para

financiar proyectos, amplio reconocimiento del valor académico de la ciencia, organismos como el Conacyt, el SNI, la DGAPA (en la UNAM), la Fonepa (en el IPN) y otros más, encargados de fomentar y financiar la investigación, y un abanico de reconocimientos y premios para los mejores investigadores. No reconocerlo sería cerrar los ojos ante la realidad histórica, y aunque esto quizá podrían hacerlo los jóvenes científicos recién graduados, naturalmente impacientes con la situación en que se encuentran hoy en el año 2006, los miembros más viejos de la comunidad de investigadores, que todavía conservamos el recuerdo de cómo eran las cosas hace apenas 56 años, no podemos ignorarlo.

Pero tampoco debemos soslayar que el motor y la fuerza de los cambios referidos no fue el Estado, no fue el Presidente "X" o el Secretario "Y", no fue el Poder Legislativo "W" ni el Proyecto de Desarrollo "Z", sino que fuimos nosotros mismos, los miembros de la comunidad científica, que no sólo logramos sobrevivir sino que además supimos promover y prestigiar la enorme contribución que el conocimiento de la realidad podía hacer al desarrollo integral de la sociedad mexicana. La tarea parecía fácil: bastaba con decir *"miren más allá de sus fronteras y vean lo que distingue a los países desarrollados, que ofrecen un elevado nivel de*



*Entraña de la Tierra II* (2004), técnica mixta sobre plástico, 31 x 24 cm

El salto cuántico de la ciencia y la tecnología en México en la segunda mitad del siglo XX lo apreciamos mejor los que ya formábamos parte de la comunidad científica en 1950, antes que se inaugurara la Ciudad Universitaria, y 55 años después, a principios del siglo XXI, todavía seguimos haciendo investigación.

El escenario realista del futuro de la ciencia y la tecnología en México se basa en la hipótesis de que su desarrollo a partir de la segunda mitad del siglo XX fue consecuencia del aumento en la conciencia social de su importancia para el beneficio del país.

*calidad de vida a sus ciudadanos, de los países subdesarrollados, donde prevalecen la miseria y la enfermedad: es la ciencia, es el conocimiento científico".* Pero para mirar hay que querer ver, y para ver hay que abrir los ojos, dos operaciones que requieren aceptar la posibilidad de rebasar o hasta de suprimir los intereses propios, personales o partidistas, en aras del bien de la mayoría de los ciudadanos. Apparently, la superación de esta actitud por las autoridades políticas mexicanas responsables está tomando más de 56 años.

Lo anterior me lleva a considerar un escenario optimista para el futuro de la ciencia en México. No anticipo que las autoridades sufran una mutación positiva que favorezca un saludable crecimiento científico en el país, pero estoy convencido, por las razones históricas que he mencionado, que nuestra comunidad continuará creciendo y reforzándose cada vez más, conforme aumente el nivel educativo medio de la población y la sociedad vaya reforzando su conciencia del enorme valor que tiene la ciencia para su propio desarrollo y bienestar. No hay duda de que la opinión pública, cuando se expresa con suficiente energía y decisión, puede decidir la marcha de los acontecimientos.

Es cierto que la opinión pública puede ser manipulada por la demagogia y el control de la información, y que esta manipulación será más duradera mientras más ignorante sea la sociedad. La historia está llena de ejemplos de este tipo, pero el más cercano a nuestro país es la hegemonía de 70 años de un solo partido político, el PRI, que se sostuvo todo ese tiempo con base en el fraude, la violencia, la mentira y la corrupción como sus únicas armas de combate, hasta que se colmó la paciencia de la sociedad (que en ese lapso creció no sólo en número sino en educación) y en el último año del siglo XX sacó al PRI de *Los Pinos*. No se trató del triunfo de un mejor proyecto de país, porque ningún partido tenía realmente un proyecto claro (o si lo tenían no lo expusieron), sino del rechazo de un sistema político que ya había hartado a la sociedad. El voto en el año 2000 no fue en favor de nadie, sino en contra del pasado, en contra del PRI.

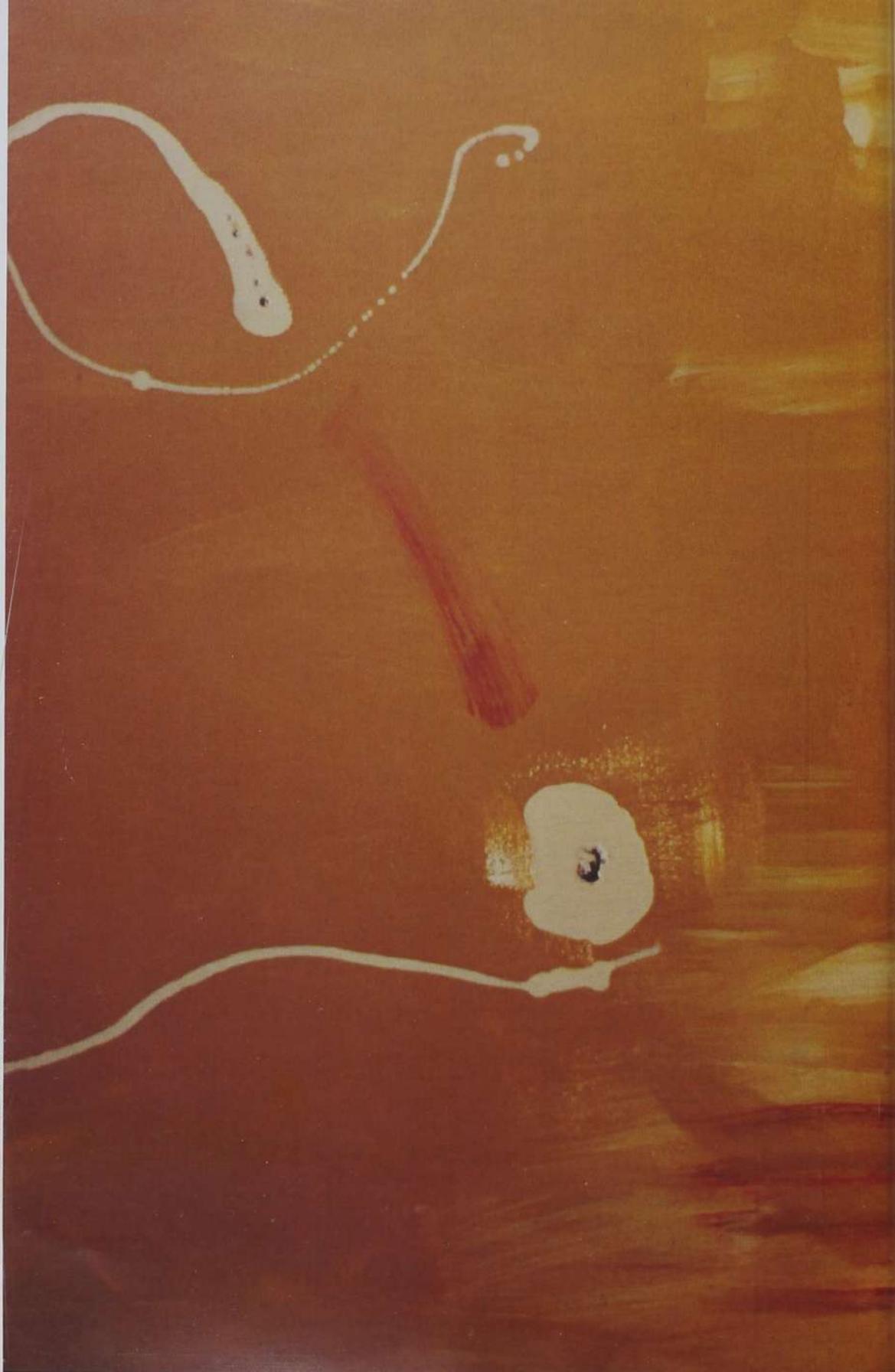
El escenario realista del futuro de la ciencia y la tecnología en México se basa en la hipótesis de que su desarrollo a partir de la segunda mitad del siglo XX fue consecuencia del aumento en la conciencia social de su importancia para el beneficio del país. Seguramente en

una encuesta pública entre ciudadanos no seleccionados muy pocos expresarían una opinión igual o semejante a la mencionada, pero la referencia aquí no es a la población general sino a un sector más o menos definido de la sociedad. Si la encuesta se llevara a cabo entre los miembros de una peregrinación al Santuario de Atotonilco el Grande, provenientes de los pueblos vecinos, es poco probable que hubiera un acuerdo general sobre la necesidad de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país; seguramente le tendrían más fe a la Virgen de Guadalupe. En cambio, entre profesores y estudiantes universitarios (o sea, en la clase social mejor informada y que va a insertarse en el sector público y a representar la fracción más avanzada y más influyente de la sociedad) la idea de que la ciencia y la tecnología pueden y deben contribuir al beneficio cultural, social y hasta económico de todos los mexicanos no sería extraña.

El argumento es que a partir de la segunda mitad del siglo XX ese sector de la sociedad, que podría llamarse "ilustrado", creció en forma saludable gracias en parte al buen estado de la economía, que en el lapso 1950-1980 tuvo un crecimiento promedio del 6% anual, lo que permitió mayor movilidad social a por lo menos una parte de la población.

Si ni la indiferencia de las autoridades ni la crisis económica pudieron evitar el crecimiento de la ciencia en nuestro país desde la segunda mitad del siglo XX, la fuerza del sector de la sociedad civil que lo promovió aparece como considerable y permite sugerir que, de conservarse las mismas condiciones en el futuro, tendrá cada vez mayor peso e influencia. Esto no significa que la escasez de recursos y el desinterés del gobierno no hayan tenido una influencia negativa; es claro que la tuvieron, por lo que debe aceptarse que el desarrollo de la ciencia en los últimos 56 años ocurrió *a pesar y en contra* de esas influencias. De ser así, se refuerza la hipótesis en que se basa este escenario realista del desarrollo de la ciencia en el futuro en México, y además permite postular que durante un tiempo, digamos la primera mitad del siglo XXI, la situación seguirá siendo la misma, o sea que la ciencia del país seguirá creciendo como lo ha hecho hasta ahora, *a pesar y en contra* de las crisis económicas y del abandono del gobierno, que seguirán pesando como elementos negativos en el proceso. ●

*Origen de la Vida* (2004). Técnica mixta sobre tela. 80 x 120 cm



# Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica

Los desafíos no se relacionan tanto con las características intrínsecas de los riesgos sino más bien con el estado y la calidad del conocimiento disponible acerca de riesgos y peligros.

**Hebe Vessuri**

## I. Los riesgos de la tecnología

Hoy en día vivimos en un mundo en el que advertimos más y más riesgos y peligros. Las tendencias se asocian a la expansión demográfica y la urbanización, y se perciben como un aumento de la incertidumbre debido a la interconectividad y a los rápidos cambios globales, a los fuertes vínculos entre los riesgos físicos, económicos y sociales, al aumento de la vulnerabilidad respecto de los riesgos tecnológicos, sociales y naturales de potencial catastrófico. La imprecisión en relación con los patrones y la frecuencia de desastres naturales, el aumento exponencial en los pagos de seguros para compensar a las víctimas de tales desastres, a la emergencia de "nuevos" desastres sociales (terrorismo, desencanto, sublevaciones, estrés, aislamiento, depresión) y la creciente importancia de las connotaciones simbólicas de los riesgos, no hacen más que reforzar el elevado potencial, tanto para la amplificación como para la atenuación social de dichos procesos.

En un estudio reciente sobre la gestión de los riesgos publicado por el Consejo Internacional de Gobernabilidad del Riesgo (IRGC), Renn (2005) sostiene que la evaluación de los riesgos enfrenta tres desafíos principales que pueden ser descriptos usando los términos de "complejidad", "incertidumbre" y "ambigüedad". Los desafíos no se relacionan tanto con las características intrínsecas de los riesgos sino más bien con el estado y la calidad del conocimiento disponible acerca de riesgos y peligros. Puesto que los riesgos son constructos mentales la calidad de su poder explicativo depende de la exactitud y validez de sus predicciones (reales). A diferencia de otros constructos científicos, validar los resultados de las evaluaciones de riesgos resulta algo particularmente difícil porque, en teoría, se necesitaría esperar indefinidamente para verificar si las probabilidades asignadas a un logro específico fueron correctamente evaluadas. La complejidad se refiere a la dificultad de identificar y

HEBE VESSURI Es investigadora titular y jefa del Departamento de Estudio de la Ciencia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Su vinculación con los temas de riesgos e incertidumbres derivados del desarrollo tecnocientífico se relaciona con su pertenencia al Comité Científico del Consejo Internacional de Gobernabilidad del Riesgo (IRGC) con sede en

Ginebra. Es, además, miembro del Consejo de Gobierno de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y preside el Comité Científico Latinoamericano del Foro UNESCO sobre Educación Superior, Investigación y Conocimiento. Para más información sobre sus publicaciones y otras actividades académicas consultar [http://www.ivic.ve/estudio\\_de\\_la\\_ciencia/](http://www.ivic.ve/estudio_de_la_ciencia/)

Así, por primera vez en la historia moderna, el conocimiento —que ha sido casi universalmente considerado como un bien público que debe ser apoyado— genera riesgos y peligros antes impensados, como consecuencia del vertiginoso desarrollo tecnocientífico.

calificar vínculos causales entre una multitud de agentes causales potenciales y efectos observados específicos. La naturaleza de esta dificultad puede rastrearse a efectos interactivos entre estos agentes (sinergismo y antagonismos), largos periodos de retardo entre causa y efecto, variación inter-individual, variables intervinientes, y otras. La incertidumbre es diferente de la complejidad, pero a menudo resulta de una reducción incompleta o inadecuada de la complejidad en la modelación de las cadenas de causa-efecto. En el contexto de la evaluación de riesgos es esencial reconocer que el conocimiento humano es siempre incompleto y selectivo, y de esta forma contingente en cuanto a supuestos, afirmaciones y predicciones inciertas (Funtovicz & Ravetz, 1992). Mientras que la incertidumbre se refiere a la falta de claridad respecto a la base científica o técnica para la toma de decisiones, la ambigüedad (interpretativa y normativa) es un resultado de perspectivas divergentes o competitivas sobre la justificación, severidad y “significados” más amplios asociados con una cierta amenaza. En la perspectiva de la gobernabilidad del riesgo, la ambigüedad se entiende como “dando lugar a varias interpretaciones significativas y legítimas de resultados de evaluaciones de riesgos aceptados”.

Así, por primera vez en la historia moderna, el conocimiento —que ha sido casi universalmente considerado como un bien público que debe ser apoyado— genera riesgos y peligros antes impensados, como consecuencia del vertiginoso desarrollo tecnocientífico. Por consiguiente, la percepción del desarrollo tecnológico incorpora componentes de incertidumbre, ambigüedad y complejidad, al mismo tiempo que surge cada vez con mayor fuerza la necesidad de aplicar el principio de precaución en la evaluación y el manejo de riesgos que pudieran resultar del propio desarrollo científico-técnico. Examinemos más de cerca este fenómeno a través de un ejemplo.

## II. Las nanotecnologías y la convergencia tecnológica

Las nanotecnologías (NnT) son un conjunto de técnicas que se utilizan para manipular la materia a escala de átomos y moléculas. “Nano” no es un objeto, es una medida. A diferencia de la biotecnología, donde “bio” indica que se manipula la vida, las NnT nos hablan de una escala. Un nanómetro es la millonésima parte de un

milímetro. El verdadero poder de las ciencias de lo nanoscópico reside en la convergencia que se observa como tendencia de la biotecnología, las neurociencias, la informática, la robótica y otras tecnologías (Nordmann, 2004; Ribeiro, 2005). Pese a que la nanotecnología ya está ampliamente en contacto con nuestra vida cotidiana son pocos los estudios sobre sus potenciales efectos negativos en materia de salud y ambiente, y más escasos aún son los referidos al impacto político, militar y en las economías, sobre todo de los llamados países en desarrollo.

La constitución social de las tecnologías convergentes plantea un número de cuestiones, en particular: las consecuencias inesperadas y los intereses de quienes poseen y controlan las nuevas tecnologías. El volumen y la historia de las transnacionales implicadas en el desarrollo de la nanotecnología hacen pensar que la batalla por los mercados quedará en manos de las más grandes y agresivas. El factor crucial a priori será quién controlará las patentes sobre aspectos clave para el desarrollo de la nanotecnología. Entre 2000 y 2003 las patentes nanotecnológicas otorgadas por la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos aumentaron 50%, llegando a 8,630 en 2003. Los cinco países que lideran la carrera son: Estados Unidos (5,228 patentes), Japón (926), Alemania (684), Canadá (244) y Francia (183). Las cinco corporaciones con mayor número de patentes son IBM, Micron Technologies, Advanced Micro Devices, Intel y la Universidad de California. Actualmente, junto a un número de empresas pequeñas, que comenzaron con sectores de la industria nanotecnológica, se encuentran otras como: Exxon Mobil, IBM, Dow Chemicals, Xerox, 3M, Alcan Aluminium, Johnson & Johnson, Hewlett-Packard, Lucent Technologies, Motorola, Sony, Toyota, Hitachi, Mitsubishi, NEC, Toshiba, Phillips, Eli Lilly, DuPont, Procter & Gamble, Kraft Foods, General Mills, Nestlé, PepsiCo, Sara Lee, Unilever, ConAgra, L’Oreal, Bayer y BASF. Hacia el año 2014 se espera que el mercado de la nanotecnología sea del orden de 2.6 billones de dólares americanos, equivalentes a 10 veces el de la biotecnología, e igual a la suma combinada de los mercados de la informática y las comunicaciones.

El interés demostrado por las transnacionales en una etapa tan temprana del desarrollo de las nanotecnologías obedece a su promesa, ya que responden a propósitos muy variados, con aplicaciones



*Hogar de abejas* (2004), técnica mixta sobre tela, 150 x 150 cm



Danza de flores amarillas (2004), técnica mixta sobre plástico, 39 x 27 cm

o impactos sobre grandes porciones de la sociedad y la economía, con mucho espacio para mejoras inicialmente, con fuertes complementariedades con otras tecnologías y, debido a los efectos de largo plazo sobre los valores, con repercusión potencial sobre las estructuras de poder y las ideas. Incluso, si la nanotecnología se quedara en su primer estadio —la fabricación de nanopartículas de diferentes elementos— se espera que tenga impactos económicos impresionantes. No sólo mediante las patentes, sino también por la sustitución de materias primas. Las nuevas aleaciones de metales con nanotubos y otras nanopartículas están cambiando la aeronáutica, la construcción de automóviles y otras industrias. Ya está avanzada la sustitución del caucho en el área de los neumáticos y del algodón en cuanto a los textiles. En el caso del algodón con la fabricación de tejidos sintéticos

más resistentes y, a diferencia del nylon, con la sensación de suavidad y frescura de las fibras naturales. ¿Cuál es el problema? Además de los efectos desconocidos de su interacción con el medio y los organismos (Swiss Re, 2004), en la producción, y quizá también en el uso, casi con seguridad tendrá un fuerte impacto económico negativo sobre los países productores de algodón (Ribeiro, 2005; Etc Group, 2005; Foladori e Invernizzi, 2005).

De hecho, todo lo vivo y lo no vivo está compuesto de átomos y moléculas, y es potencialmente susceptible de ser modificado, manipulado o recreado, transformando sus propiedades y encontrando nuevos usos. La nanotecnología se considera una "plataforma tecnológica" sobre la cual se puede transformar drásticamente el actual estado del arte de casi todos los sectores industriales, incluyendo las áreas biomédica,

Muchos países en desarrollo no entienden la importancia de apoyar la ciencia. El problema es particularmente agudo cuando gobiernos débiles no desarrollan su propia ciencia para salvaguardar la soberanía y la capacidad de decisión autónoma en beneficio de la sociedad.

farmacéutica, cosmética, informática, aeronáutica, automotriz, textil, del caucho, agrícola, alimentaria, de la construcción, la industria química y de materiales, etc. En el mercado existen ya unos 500 productos que usan nanotecnología: protectores solares, cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, textiles (por ejemplo en camisas y pantalones), barnices, recubrimientos y membranas que se aplican a artículos del hogar, chips electrónicos, sensores y dispositivos para diagnóstico. La Fundación Nacional de la Ciencia (NSF) de Estados Unidos estima que en 2012 la mitad de la industria farmacéutica se basará en la nanotecnología (Roco, 2005).

Si los productos que ya están en el mercado generan alarma porque se soslayan sus posibles impactos negativos en la salud y el ambiente, los impactos económicos y de formación de nuevos monopolios transsectoriales deberían suscitar más incertidumbre todavía. Para entender de forma simplificada cómo nos afectarán las patentes nanotecnológicas pensemos que fuera posible patentar la letra 'a'. En ese caso, todos los que usen esa letra deberían obtener permiso y pagar regalías al dueño de la patente. El patentamiento de elementos, átomos o construcciones moleculares tendría ese efecto. Cuanto más pequeño es el objeto de la patente mayores pueden ser los campos que afecta. El premio Nóbel de Física Glenn Seaborg sentó un peligroso precedente al patentar en 1964 dos elementos de la tabla periódica: el Americio (95) y el Curio (96).

En un informe conjunto de la Royal Society y la Royal Academy of Engineering del Reino Unido, de 2004, se concluye que las nanopartículas y los nanotubos se deben considerar como nuevas entidades químicas, y como tales deben ser objeto de evaluación y precaución. Cientos de productos que contienen nanotubos o nanopartículas de diferentes elementos circulan en el mercado sin etiquetado ni advertencia, ya que prácticamente no existen regulaciones sobre este tipo de partículas. Es preocupante porque pueden estar en contacto con nuestra piel, por medio de cosméticos y bloqueadores solares; también en los campos agrícolas, como plaguicidas nanoencapsulados; en nuestros refrigeradores, como aditivos alimentarios, y en nuestro cuerpo, como vehículos para la administración de medicamentos. Además, están presentes en materiales que componen muchos objetos de uso cotidiano, como prendas de vestir (camisas y pantalones "que no se manchan"), artículos de cocina de teflón, filtros de lavarropas, coberturas de hornos, neumáticos de automóviles, pantallas de televisión, teléfonos celulares y muchos más.

Aunque en la naturaleza existen nanopartículas, por ejemplo, en cenizas volcánicas o en nanocristales de sal en el aire del océano, nunca antes habíamos estado expuestos a las nanopartículas artificiales que se están produciendo ahora. Uno de los problemas es el tamaño de tales nanopartículas. Con la miniaturización

aumenta la superficie de contacto, y por tanto el potencial reactivo o catalítico de los elementos. Mientras más pequeña es una partícula mayor es su reactividad, por lo que una sustancia que es inerte e inocua en la escala macro o micro puede mostrar características dañinas en la escala nano. Por su tamaño, pueden penetrar a través de la piel y llegar así al torrente sanguíneo, sin que el sistema inmunológico las reconozca. Al entrar en contacto con los tejidos vivos las nanopartículas pueden dar origen a la aparición de radicales libres, causando con ello inflamación o daño a los tejidos, y propiciando posteriormente el crecimiento de tumores (Borm, 2004).

### III. Las perspectivas para la gobernabilidad del riesgo

#### La ciencia en la economía del conocimiento

Los países más industrializados usan la ciencia para controlar la economía mundial, convirtiéndola en negocio. Muchos países en desarrollo no entienden la importancia de apoyar la ciencia. El problema es particularmente agudo cuando gobiernos débiles no desarrollan su propia ciencia para salvaguardar la soberanía y la capacidad de decisión autónoma en beneficio de la sociedad. Vivimos en sociedades crecientemente fragilizadas. La matriz específica del contexto cambia rápidamente; como resultado, por



Flores amarillas (2004), técnica mixta sobre plástico, 39 x 27 cm



*Explosión de girasoles (2004), técnica mixta sobre metal, 55 x 65 cm*

Nuestros países latinoamericanos no pueden quedar al margen de esta revolución científico-técnica en ciernes, aunque sea sólo porque se necesita desarrollar instrumentos adecuados de regulación y monitoreo para asegurar la protección de la población y de la naturaleza.

ejemplo, de la pérdida de poder en general de instituciones sociales modernas y cruciales, como el Estado, la iglesia, las corporaciones y la ciencia, aunque pese a sus crecientes debilidades éstas continúan presentándose a sí mismas como sistemas de control social efectivo.

El mayor riesgo en esta materia es el de la ignorancia. Al igual que ha sucedido con el caso de los organismos transgénicos, pero en una escala mucho mayor porque toca prácticamente todos los sectores industriales, las empresas y los gobiernos con frecuencia ignoran el principio de precaución que debería guiar la liberación al consumo y al medioambiente de compuestos contruidos artificialmente y sin evaluación de sus potenciales impactos negativos. Nuestros países latinoamericanos no pueden quedar al margen de esta revolución científico-técnica en ciernes, aunque sea sólo porque se necesita desarrollar instrumentos adecuados de regulación y

monitoreo para asegurar la protección de la población y de la naturaleza. Basta ver cómo las transnacionales farmacéuticas se comportan frente las necesidades de salud pública, sobre todo en el Tercer Mundo.

Los riesgos para los países en desarrollo son enormes, cuando se carece aún de regulación a escala mundial y los intereses de las empresas multinacionales dirigen el rumbo de estas nuevas tecnologías en alimentos, cosméticos y medicamentos, entre otros productos, con un uso tan vasto de un instrumento de apropiación monopólica como en el caso de las patentes nanotecnológicas (Etc Group, 2005). Los argumentos apoloéticos sobre las promesas benéficas, tales como hipotéticos ahorros de energía y de recursos, o aplicaciones médicas, o de beneficio para los pobres, deberían ser sometidos a escrutinio cuidadoso en vista de las experiencias del pasado. En este sentido, se plantean elecciones de política para los gobiernos en



Atahua I (2000), técnica mixta sobre acrílico, 100 x 80 cm

En relación con la necesaria evolución de un marco regulatorio hay un serio déficit de conceptualización adecuada. Falta claridad acerca de los riesgos y hay dificultades para aprehender su naturaleza, así como una ausencia de resultados de estudios de impacto.

relación con las tecnologías convergentes. ¿Debiera el Estado comprar la idea, haciendo así de las tecnologías convergentes un bien público y, en tal caso, en qué etapa? ¿Puede o debe el Estado no comprarla? ¿Debiera haber un "espacio neutral" más allá del alcance del Estado para la experimentación y el desarrollo antes que se tomen decisiones de política pública acerca de tecnologías particulares? ¿Es posible determinar los impactos de la tecnología sobre la cultura, y viceversa?

### Gobernabilidad del riesgo

Los esfuerzos relacionados con el uso de la ciencia y la tecnología para el logro de la sustentabilidad ambiental y económica son relativamente nuevos, porque el sistema científico y la sociedad, como un todo, durante mucho tiempo no podían imaginar que seríamos capaces de amenazar las fundaciones mismas de nuestra existencia. Se vuelve difícil generar escenarios robustos para la política del conocimiento, y éstos no son de ninguna manera obvios (Stehr, 2005). Con el aumento en la capacidad de la ingeniería y la ciencia aplicada, para construir sistemas crecientemente complejos, los ingenieros, científicos y gerentes han abierto cada vez más la caja de Pandora de la complejidad tecnológica. Como resultado, están teniendo que responder a una crisis de control. La expansión irrestricta del conocimiento científico conduce a demandas de que el nuevo conocimiento y su impacto sean regulados, gestionados de alguna manera, o incluso suprimidos (OECD, 2003).

Los riesgos deben ser manejados de manera explícita y sistemática. Entre las preguntas necesarias de formular en este nuevo campo del quehacer científico-técnico están las siguientes: ¿Cuán fuerte es la base de conocimiento? ¿Qué nuevas investigaciones serían las más importantes? ¿Es posible internalizar el riesgo y la vulnerabilidad en evaluaciones más ampliamente integradas? ¿Qué enfoques sintéticos importantes han evolucionado? El riesgo y la vulnerabilidad han sido concebidos erróneamente. Aparecen en lo residual, o en lo que queda del análisis de los impactos. En cambio, debieran estar en el frente y el centro mismo, y ser analizados antes que evaluar los impactos.

En relación con la necesaria evolución de un marco regulatorio hay un serio déficit de conceptualización adecuada. Falta claridad acerca de los riesgos y hay

dificultades para aprehender su naturaleza, así como una ausencia de resultados de estudios de impacto acerca de las implicaciones de la metaconvergencia industrial, e ignorancia de las implicaciones legales y de la contraparte financiera de los seguros. Además, si el exceso de regulación tiene un efecto negativo sobre la innovación, la ausencia de regulación daña directamente al mercado (Dupuy & Roure, 2004).

### La gestión de la complejidad

La base de conocimiento acerca de estos asuntos es altamente desapareja, constreñida y limitada por el estado subdesarrollado del campo y por la carencia de un marco conceptual general para integrar el conocimiento fragmentario al respecto. Es difícil encontrar marcos conceptuales comunes cuando se tratan diferentes contextos y arenas de riesgos, y cuando hay diferentes áreas y escalas de análisis y distintas fuentes teóricas de los abordajes metodológicos. No obstante, los incipientes marcos conceptuales se están haciendo más amplios en sus bases y más sintéticos e integrados en sus enfoques, permitiéndonos esperar innovaciones gerenciales que surjan de esta actividad de construcción de sistemas.

Será necesario movilizar la ciencia y las tecnologías apropiadas, de manera que se eviten las trampa de agendas de investigación y desarrollo particularistas tanto de los propios grupos de científicos, como de las instituciones o grupos industriales, y contar con instituciones que seleccionen la experticia más apropiada disponible. Esto significa que la política de desarrollo científico y tecnológico a seguir deberá tener un pie en la definición política del problema y el otro en el mundo de la ciencia y la tecnología. Los científicos debieran preocuparse por la percepción social de los riesgos. Tal como lo demostró el caso de los alimentos genéticamente modificados, el público puede preocuparse mucho y boicotear nuevos productos sin que necesariamente tenga una evidencia cuantificada acerca de los riesgos. "Lo que el hombre desea no es conocimiento sino certeza", afirmó en algún momento Bertrand Russell. Los responsables de las políticas nacionales no pueden producir certezas, pero pueden ayudar a la gente a desarrollar mecanismos para manejar con prudencia la incertidumbre inevitable que se requiere para que las sociedades puedan progresar. ●



Flores verdes (2004), técnica mixta sobre plástico, 29 x 54 cm

## [Bibliografía]

- Borm, P.J.A. Nanomaterials: potential human health risks and benefits. Nanotechnology Conference, Swiss Re Centre for Global Dialogue, Ginebra, 6-7 diciembre, 2004.
- Dupuy, J. P. & Roure, F. Les nanotechnologies: éthique et prospective industrielle. T 1. Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'Information, Section Innovation et Entreprise, Paris, 15 noviembre 2004.
- Etc Group, Nanotech's "Second Nature" Patents: Implications for the Global South, marzo/abril y mayo/junio, Etc Group Special Report, núms. 87 y 88, 2005 (<http://www.etcgroup.org>).
- Foladori, G. y N. Invernizzi, "Nanotecnología: ¿beneficios para todos o mayor desigualdad?", *Redes* 21, vol. 11, núm. 21, pp. 19-54, 2005.
- Funtowicz, S. & J. Ravetz, "Three types of risk assessment and the emergence of post-normal science", en S. Krimsky y D. Golding (eds.), *Social Theories of Risk*, Praeger, Londres, 2002.
- Nordmann, A. *Converging Technologies - Shaping the Future of European Societies*, S&T Foresight Unit of Research Directorate General, Directorate K: Social Sciences and Humanities, Foresight, European Communities, Bruselas, 2004.
- OECD, *Emerging Risks in the 21st Century - An Agenda for Action Report*, OECD Publications, Paris, 2003.
- Renn, O., *White Paper on Risk Governance. Towards an Integrative Approach*, International Risk, Governance Council, Ginebra, 2005.
- Roco, M. C., "The challenge of transforming and responsible nanotechnology", Trabajo presentado en el North-South Dialogue on Nanotechnology, Trieste, febrero, 2005.
- Ribeiro, S., "Los problemas de la nanotecnología", serie de artículos basados en el trabajo colectivo del Grupo Etc. La Jornada, México, 29 de septiembre y 4 de octubre, 2005.
- Royal Academy & Royal Society of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, Londres, 2004 ([www.royalsoc.ac.uk/policy](http://www.royalsoc.ac.uk/policy) y también [www.raeng.org.uk](http://www.raeng.org.uk)).
- SciDev.Net, *Quick Guide on Nanotechnologies*, 2005 ([www.scidev.net](http://www.scidev.net)).
- Stehr, N., *Knowledge Politics, Governing the Consequences of Science and Technology*, Paradigm Publishers, Boulder y Londres, 2005.
- Swiss Re, *Nanotechnology. Small matter, many unknowns*, serie "Percepción de Riesgos", 2005 ([www.swissre.org](http://www.swissre.org)).



Homenaje a Van Gogh (2004), técnica mixta sobre plástico, 54 x 39 cm

# ¿Qué hacer en la ciencia y con la ciencia en México?

La exigencia de una inversión cuantiosa en ciencia requiere una fundamentación en varios ejes; entre otros, desde los puntos de vista ético, económico y político, y sobre todo desde una perspectiva de justicia social.

León Olivé

¿Debe la sociedad mexicana invertir más recursos en ciencia? ¿Qué significaría eso? ¿Financiar un mayor número de proyectos de investigación? ¿Ampliar la infraestructura de investigación? ¿Facilitar la movilidad de los investigadores entre las instituciones de investigación y educación superior a lo largo del territorio nacional, así como promover el desarrollo de redes de investigación? ¿Ampliar drásticamente la plantilla y garantizar ingresos dignos para los investigadores? ¿Pero debería fortalecerse sólo la investigación, o también la educación y la difusión? ¿Deberían fortalecerse los programas de maestría y doctorado? ¿Otogar un número más alto de becas? ¿Impulsar de manera agresiva programas que permitan el desarrollo de una cultura científica en el país? Pero, ¿no debería prestarse igual o mayor atención a los profesores, desde la escuela primaria hasta el nivel

superior, o acaso es que éstos nada tienen que ver con el fortalecimiento de la ciencia en México?

Desde el punto de vista de la comunidad científica mexicana —entendida en un sentido amplio que incluye a las ciencias sociales, exactas, naturales y a las humanidades—, la respuesta a todas estas preguntas sin duda es un rotundo sí. Pero, ¿cuál sería una justificación adecuada?

La exigencia de una inversión cuantiosa en ciencia requiere una fundamentación en varios ejes; entre otros, desde los puntos de vista ético, económico y político, y sobre todo desde una perspectiva de *justicia social*, entendida como la garantía de que todos los ciudadanos puedan satisfacer sus legítimas necesidades básicas, de acuerdo con la definición que los propios interesados hagan de esas necesidades, y por medios que les resulten aceptables según sus valores y formas de vida.

**LEÓN OLIVÉ** Se graduó como matemático en la UNAM. Estudió filosofía en la UNAM y en la Universidad de Oxford, donde obtuvo su doctorado. Es autor de ocho libros sobre temas de epistemología y de filosofía de la ciencia y de la tecnología, de filosofía moral y política, así como sobre la relación entre la ciencia, tecnología y sociedad; ha editado 11 libros colectivos, y ha publicado más de 90 artículos en estos campos. Entre sus libros se encuentran: *La cien-*

*cia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*, FCE (en prensa); *Cuestiones Éticas de la Ciencia y la Tecnología en el Siglo XXI*, coeditor con Andoni Ibarra (Biblioteca Nueva, Madrid, 2003); *El bien, el mal y la razón. Facetas de la Ciencia y la Tecnología* (Paidós, 2000). Es investigador del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM y miembro del SNI (nivel III). Recibió el Premio de la Academia Mexicana de Ciencias en 1988.

La necesidad de dar razones en todas estas dimensiones muestra la complejidad del problema. Ya pasaron los tiempos en los que la comunidad científica podía demandar del Estado mayores recursos —que al final de cuentas son los recursos públicos de la sociedad mexicana—, mediante un cheque en blanco, con base en la idea de que la sociedad se desarrollaría económicamente y alcanzaría mayor bienestar social, gracias a las aplicaciones de la ciencia y al desarrollo tecnológico derivado del científico.

### La insuficiencia del desarrollo científico por sí mismo

Dejando por ahora de lado el muy serio problema de si contamos en México con una clase política y una administración del Estado honestas y eficientes, el simple desarrollo científico, por sí mismo, no redundaría necesariamente en un mayor desarrollo económico y social, de la misma manera que un desarrollo económico —medido por ejemplo sólo en términos de incremento en el producto interno bruto—, no lleva automáticamente al desarrollo social, ni a un mayor bienestar para la mayoría de la población.

Gran parte de las instituciones científicas mexicanas fueron diseñadas y han venido operando bajo el supuesto de que la investigación científica es “buena” por sí misma y de que su función es generar conocimiento, el cual es ética y políticamente neutral. La idea era que ese conocimiento luego podrá ser aplicado en beneficio de la sociedad, y por tanto la ciencia debe recibir recursos públicos, cuantos más mejor.

Esta tesis es de una simplicidad apabullante. La ciencia no es éticamente neutral, ni lo es desde un punto de vista político, ni social, ni cultural. Por tanto no tiene sentido hablar de la ciencia como “buena”, ni como “mala” por sí misma. Para comprender esto es indispensable hacer una reflexión profunda sobre la ciencia y darse cuenta de que está formada por complejos sistemas de agentes intencionales que realizan acciones buscando ciertos fines, entre los cuales necesariamente se encuentra la generación de conocimiento, para lo cual se utilizan ciertos medios, y cuyos resultados tienen consecuencias muchas veces no buscadas. Nada de esto se da al margen de valores. Cuando se trata de dar razones para apoyar el desarrollo científico es imprescindible tomar en cuenta a los sistemas científicos en su totalidad, y no separar artificialmente una de sus partes, por ejemplo el conocimiento científico.

### La complejidad y diversidad de los sistemas científicos

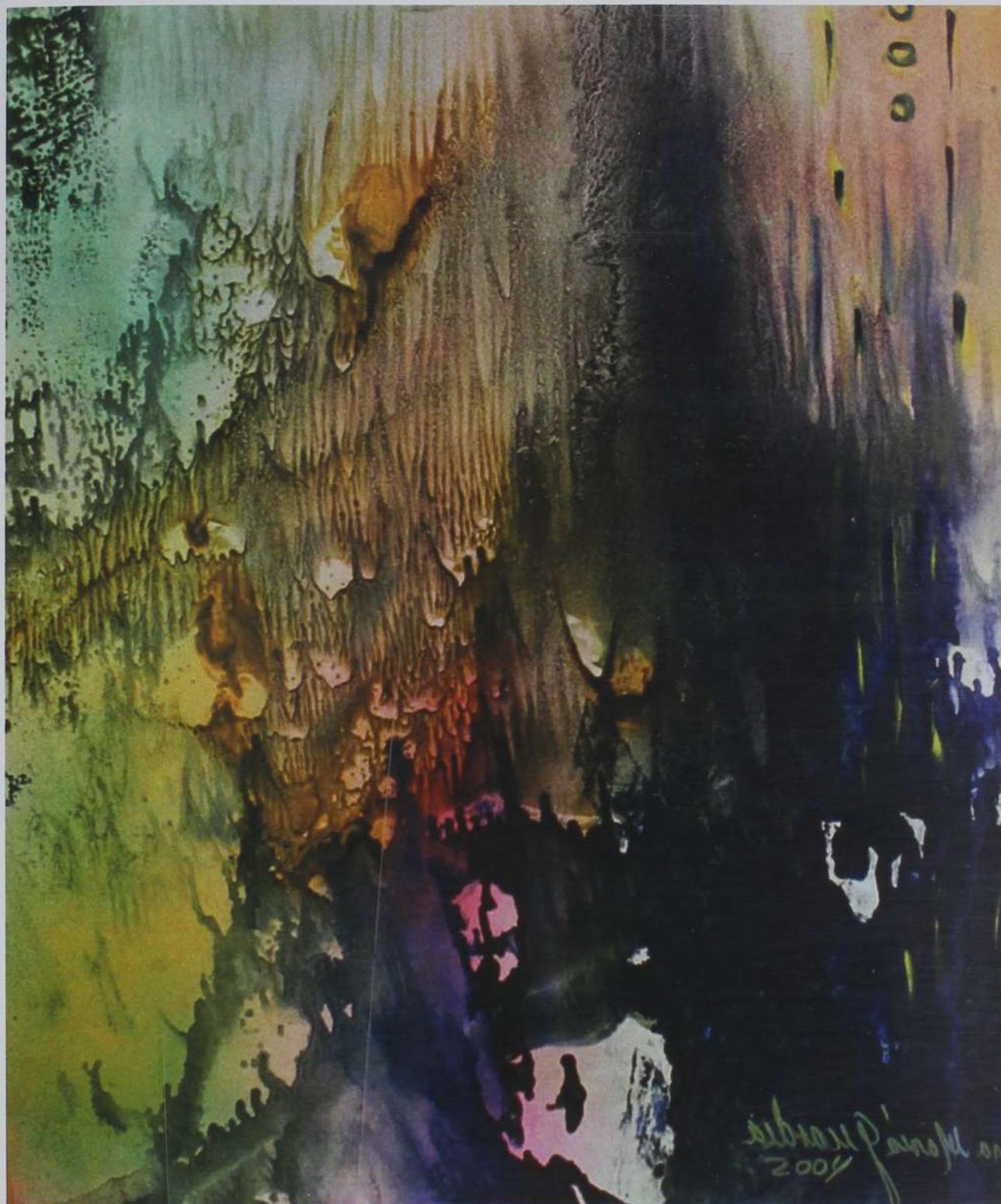
Los sistemas científicos tienen una estructura de normas y de valores que suele variar de unos a otros. Si bien la producción de conocimiento es común a todos ellos, y en todos existen controles de calidad epistémicos, ni siquiera éstos son los mismos en todos los casos. ¿Cuál es el estándar de prueba que debería imperar, por ejemplo, para admitir que un determinado fármaco puede utilizarse públicamente de manera confiable para tratar cierta enfermedad? ¿Acaso que la probabilidad de error de los métodos empleados sea menor del 5 %, del 1%? ¿Por qué un margen o el otro? ¿Quién decide eso y con base en qué se decide? ¿Hay criterios objetivos para decidir cuál es el margen de error aceptable cuando se va a comercializar un fármaco o se va a liberar al ambiente un organismo transgénico?

El problema principal es que los sistemas científicos hoy en día están imbricados con otros donde los valores y las normas, los estándares de evaluación, así como los intereses, distan mucho de los ideales de la ciencia que surgió en los siglos XVII y XVIII, y que si bien continúa en cierta medida hasta la fecha, ha sido desplazada en importancia económica, social, política y cultural, por un tipo de ciencia que se ha combinado con la tecnología y que ha dado lugar a sistemas científico-tecnológicos, que son los que ahora realmente impactan a la sociedad, a nuestras vidas, y son los que marcan los derroteros para el desarrollo económico y social.

Estos sistemas científico-tecnológicos obedecen a una amplia variedad de intereses y de valores. El filósofo español Javier Echeverría ha señalado correctamente que en estos sistemas entran en juego una diversidad de tipos de valores: epistémicos, técnicos, éticos, económicos, jurídicos, ecológicos, sociales, militares, religiosos, estéticos y políticos, aunque no siempre estén presentes todos ellos. En ocasiones, por ejemplo, no habrá valores militares en juego.<sup>1</sup>

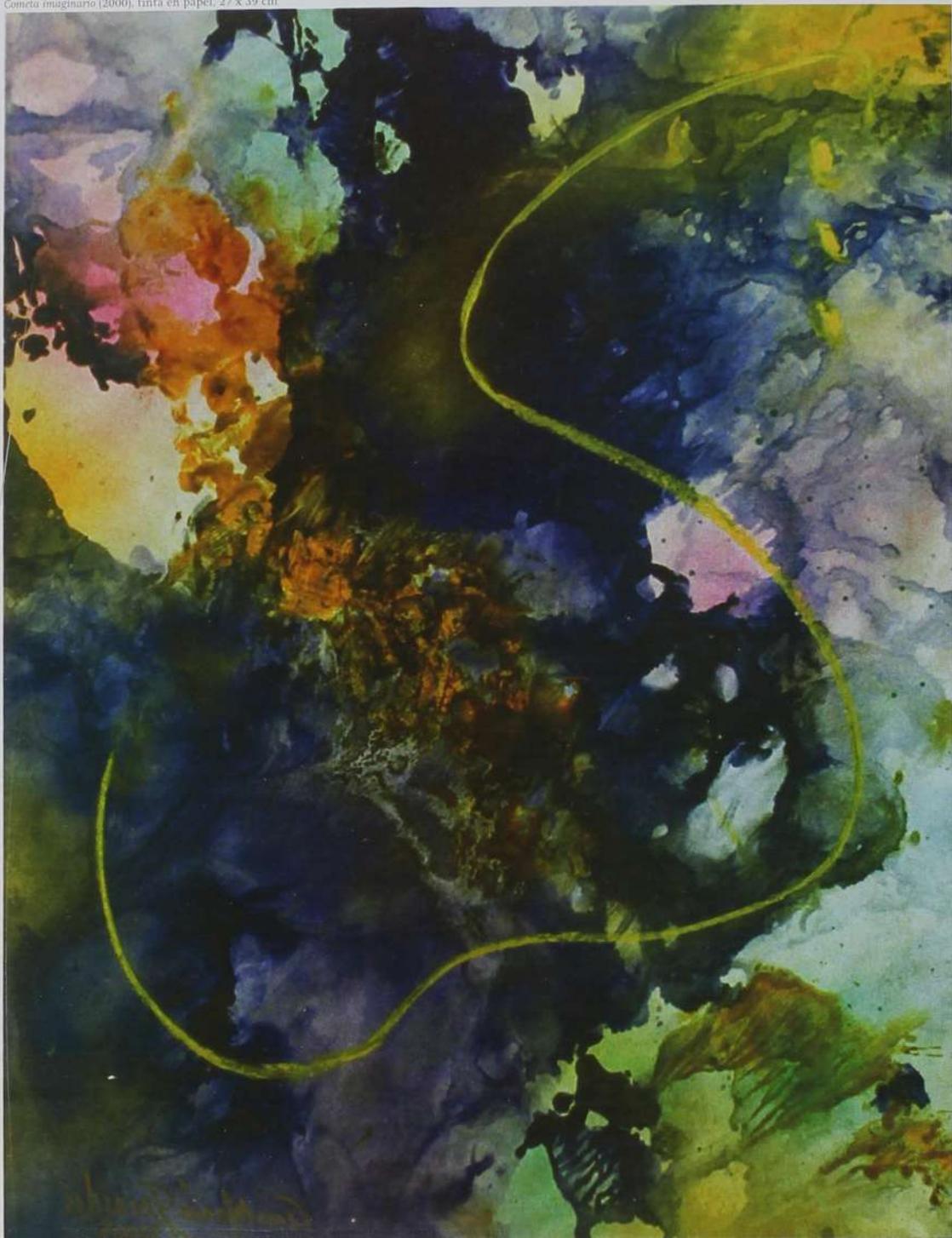
En general será difícil que se satisfagan simultáneamente y en la misma medida todos los valores en cuestión, y en algunas circunstancias habrá claros conflictos. Por ejemplo, puede ser difícil —o imposible— lograr la satisfacción de un valor económico como maximizar la rentabilidad de una inversión en una investigación sobre organismos transgénicos, y al mismo tiempo satisfacer valores ecológicos como un bajo o nulo impacto negativo en el ambiente.

La ciencia no es éticamente neutral, ni lo es desde un punto de vista político, ni social, ni cultural. Por tanto no tiene sentido hablar de la ciencia como “buena”, ni como “mala” por sí misma.



Atmósfera primigenia (2004), tinta en papel, 45 x 54 cm.

Cometa imaginario (2006), tinta en papel, 27 x 39 cm



La autonomía epistémica significa que el conocimiento científico es generado dentro de las comunidades científicas por medio de sus prácticas, que tienen sus propios y específicos valores y normas para organizar el trabajo y para la aceptación y rechazo de sus productos (hipótesis, teorías, modelos, técnicas).

A diferencia de lo que ocurría con la ciencia tradicional, donde era posible identificar comunidades científicas por medio del cúmulo de supuestos, normas, valores y estándares compartidos —es decir, por medio de los paradigmas científicos de los que habló Thomas Kuhn—, los sistemas científico-tecnológicos contemporáneos han dado lugar a comunidades científicas que aunque tengan un campo de trabajo común, digamos la biotecnología, pueden diferir ampliamente en sus intereses y valores dominantes.

¿Es realmente el interés de las grandes transnacionales que producen fármacos o semillas transgénicas solucionar problemas como el sida o la desnutrición, es decir, grandes problemas sociales? O más bien su interés fundamental es obtener una alta renta para sus inversiones multimillonarias? ¿Son del mismo tipo los intereses y los valores de los biotecnólogos que trabajan en instituciones públicas como el **Cinvestav** y la UNAM, que los de quienes trabajan para Monsanto? Sus estándares y valores pueden diferir, incluso en el terreno metodológico, pues en muchas ocasiones ni siquiera estarán de acuerdo en los métodos y en los estándares de prueba, como se puso en evidencia en la discusión internacional sobre la introgresión genética en variedades de maíz criollo mexicano. Entre quienes están al servicio de las instituciones públicas muy probablemente prevalecerá el interés en ofrecer una orientación fidedigna a la población en materia de los beneficios, pero también de los riesgos, de la liberación al ambiente de determinados organismos genéticamente modificados, o incluso de los riesgos de determinadas investigaciones (como las relacionadas con modificaciones genéticas de variedades de maíz, no con fines alimenticios sino farmacológicos), mientras que es de esperarse que prevalecerá el interés económico entre quienes trabajan en las empresas privadas transnacionales.

Estos son sólo algunos aspectos de los cambios que de hecho ha experimentado la ciencia en los últimos 50 años. Ante este panorama, ¿cuál debería ser la actitud más razonable de la comunidad científica mexicana que acompañase la exigencia de una mayor inversión de la sociedad en ciencia? Creo que las circunstancias imponen que la comunidad asuma un claro compromiso social que debe incluir la idea de colaborar en la generación y el aprovechamiento del conocimiento para beneficio y bienestar de la población, reconociendo y respetando su diversidad cultural, lo cual incluye la idea de potenciar el aprovechamiento de los saberes tradicionales, y de

coadyuvar en la vigilancia y control del riesgo que generan los mismos sistemas científico-tecnológicos.

## El nuevo contrato social para la ciencia y la tecnología

Ese compromiso debe incluir la aceptación del “nuevo contrato social para la ciencia y la tecnología”, según el cual la sociedad sostiene y promueve a éstas como medios idóneos para satisfacer los valores de desarrollo cultural, bienestar, equidad y justicia social. Las comunidades científicas merecen ser apoyadas porque ellas y sus productos tienen *valor* para la sociedad. A cambio, los agentes de los sistemas científicos reconocen que éstos no están aislados, sino que forman parte de sistemas más amplios que tienen dimensiones económicas, políticas, educativas, sociales y culturales, y asumen compromisos en la búsqueda de soluciones a problemas sociales.<sup>2</sup>

Bajo el “nuevo contrato” se mantiene la idea, desde luego, de la “autonomía epistémica” de las comunidades científicas y tecnológicas, pues sólo así podrán lograr sus objetivos en la producción de conocimiento. La autonomía epistémica significa que el conocimiento científico es generado dentro de las comunidades científicas por medio de sus *prácticas*, que tienen sus *propios* y *específicos* valores y normas para organizar el trabajo y para la aceptación y rechazo de sus productos (hipótesis, teorías, modelos, técnicas).

Pero la relativa autonomía epistémica (“relativa” porque ya hemos visto que incluso los estándares de prueba que se acepten pueden estar afectados por otros intereses), no significa que las comunidades científicas estén al margen de la sociedad. La justificación para sostener los sistemas de ciencia con dineros públicos es que pueden contribuir a dar respuesta a demandas de la sociedad, que incluyen —pero no se restringen sólo— a las económicas y las empresariales, y que abarcan entre otros también problemas de salud, educación, cultura, seguridad y desarrollo sostenible.

Esto no significa que todos los científicos tengan que trabajar directamente sobre las demandas sociales. Una cosa es que los sistemas científico-tecnológicos deban contribuir para encontrar soluciones a problemas planteados por diferentes grupos humanos, y otra distinta es que todos los individuos o todas las instituciones deban desarrollar los mismos tipos de acciones o proyectos, en vez de asumir una razonable división del trabajo científico. Los sistemas científico-tecnológicos sólo podrán contribuir a la satisfacción de las demandas sociales si también desarrollan de manera intensa la investigación básica.

## Los sistemas sociales científico-tecnológicos

En suma, la exigencia de mayor inversión en ciencia por parte de la sociedad debe ir acompañada de un esfuerzo por parte de la comunidad científica para incorporarse efectivamente, y promover los sistemas que podríamos llamar "sistemas sociales científico-tecnológicos".<sup>3</sup> A diferencia de ver a las comunidades científicas y a sus instituciones como aisladas del resto de la sociedad y como demandantes de fondos mediante cheques en blanco, desde esta perspectiva se les concibe como integrantes de los complejos sistemas sociales científico-tecnológicos, los cuales incluyen: 1) las comunidades de científicos —compuestas tanto de representantes de las ciencias naturales y exactas como de las sociales y las humanidades—; 2) gestores profesionales de la ciencia y la tecnología (profesión que aún no se ha desarrollado en México, y que es una necesidad actual) entre cuyas tareas se encuentra centralmente la atracción de fondos de inversión y su administración eficiente; y 3) profesionales de mediación que no sean sólo "divulgadores de la ciencia" (que lleven mensajes sólo en el sentido de la ciencia a la sociedad), sino que sean capaces de comprender y articular las demandas de diferentes sectores sociales (empresarios, entre otros, pero no exclusivamente ellos) y llevarlas desde los diferentes grupos sociales al medio científico para facilitar la comunicación entre unos y otros.

Los sistemas sociales científico-tecnológicos, que entendidos de esta manera serían un tipo de los llamados *sistemas de innovación*, incluyen entonces a los sistemas científicos en sentido estrecho, donde se genera el conocimiento, pero también a los mecanismos que garantizan que tal conocimiento será aprovechado socialmente para satisfacer demandas de diferentes sectores, y por medios aceptables desde el punto de vista de quienes serán afectados. Por eso es indispensable la participación de científicos sociales y de humanistas en esos sistemas. Pero como al final de cuentas tales sistemas deben tener como consecuencia beneficios para diferentes grupos sociales, es necesario que además haya una participación de representantes de los grupos que serán afectados y, en su caso, beneficiados.

El fortalecimiento de tales sistemas implica el avance de la ciencia mediante un incremento de la inversión en ella, pero al desarrollarse mediante sistemas donde se da una comunicación entre las comunidades científicas con

quienes toman las decisiones concernientes a la inversión y quienes demandan el conocimiento para resolver sus problemas, el resultado es la consolidación de una auténtica "cultura científica". Esto significa sobre todo que los ciudadanos y quienes toman las decisiones en los gobiernos y en el sector productivo aprecian el valor de la ciencia, y junto con los científicos entienden que ésta tiene un enorme potencial para coadyuvar al desarrollo económico y social y a la comprensión y resolución de problemas. Saben por qué es razonable confiar en la ciencia y cuáles son sus límites, saben también que genera riesgos pero que existen maneras éticas, económicas y políticamente aceptables de contener con ellos mediante mecanismos en donde participen científicos y representantes de los grupos sociales involucrados, y saben también la conveniencia de aprovechar otros saberes. Por lo tanto, la construcción de una auténtica cultura científica requiere un gran esfuerzo educativo desde la escuela primaria hasta el posgrado, y va de la mano de la construcción y el fortalecimiento de los sistemas sociales científico-tecnológicos.

Hace mucho tiempo que la ciencia dejó de estar constituida por individuos excéntricos de bata blanca en su laboratorio, cuyo trabajo se financiaba básicamente mediante sus propios recursos. Pero también hace tiempo que la ciencia dejó de estar conformada sólo por las comunidades científicas aisladas del resto de la sociedad y encerradas en sus instituciones académicas, capaces de dotarse a sí mismas de reglas, normas, valores y recompensas exclusivas. Ahora la ciencia está imbricada con otros sistemas sociales, económicos, políticos y culturales. Sin embargo, parece que una parte importante de la comunidad de científicos en México, tanto naturales como sociales, aún no termina de percatarse de los cambios que ocurrieron vertiginosamente en la segunda mitad del siglo XX. Por el bien de esa misma comunidad, por el bien de la ciencia en México, y por el bien del país, esperemos que la mayoría de sus miembros pronto reaccionen a los cambios de la época y entusiastamente colaboren en la construcción y se incorporen a los sistemas sociales científico-tecnológicos. El desarrollo de la ciencia será seguramente mucho mayor y más acelerado, y los beneficios para la sociedad mexicana vendrán en esa misma proporción. ●

La construcción de una auténtica cultura científica requiere un gran esfuerzo educativo desde la escuela primaria hasta el posgrado, y va de la mano de la construcción y el fortalecimiento de los sistemas sociales científico-tecnológicos.



Jardín cósmico X (2005), técnica mixta en plástico, 45 x 60 cm

[Notas]

- <sup>1</sup> Javier Echeverría, *Ciencia y valores*, Ed. Destino, Barcelona, 2002; *La Revolución Tecnocientífica*, Fondo de Cultura Económica, Madrid, 2003.
- <sup>2</sup> Véase la "Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico", *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungria) del 26 de junio al 1º de julio de 1999, Unesco-ICSU, <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>, <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001207/120706e.pdf>.
- <sup>3</sup> Agradezco a Ambrosio Velasco la insistencia en llamar de esta manera a los sistemas en cuestión.

Tucán I (2000), pastel en papel, 71 x 86 cm



# Usos y abusos de la cienciometría

La producción de artículos originales de investigación, y el número de citas que generan en los índices internacionales, se han constituido en los indicadores ordinarios para medir la aportación de cada investigador al quehacer científico.

Miguel Ángel Pérez Angón

## 1. Cienciometría

En el último lustro el aparato gubernamental mexicano ha sido consistente en aplicar la máxima de que la aportación social de la ciencia y la tecnología no es tan clara y mucho menos directa. Como resultado, el apoyo federal a las actividades científicas ha disminuido de manera perceptible. En forma consecuente con esta actitud, cada vez es más evidente la delicadeza gubernamental por cuantificar el impacto de sus programas de ciencia y tecnología. En este contexto, la mayoría de las instituciones nacionales ha consolidado la cultura de la evaluación y del monitoreo de la investigación que desarrollan sus grupos de investigadores. En particular, la producción de artículos originales de investigación, y el número de citas que generan en los índices internacionales, se han constituido en los indicadores ordinarios para medir la aportación de cada

investigador al quehacer científico. En este estado de cosas, nos hemos acostumbrado a utilizar dos términos casi como sinónimos pero que es conveniente definir con mayor precisión: bibliometría y cienciometría. La bibliometría se restringe al estudio de los productos de investigación publicados en la literatura científica, principalmente artículos en revistas, y las citas que generan en las revistas incluidas en el *Science Citation Index* (SCI), el *Social Sciences Citation Index* (SSCI) y el *Arts & Humanities Citation Index* (AHCI). En cambio, la cienciometría pretende abarcar un campo mucho más amplio que la bibliometría e incluye el análisis de otros factores que pueden ser determinantes para el desarrollo de la actividad científica: número de investigadores, su distribución geográfica o por especialidad, fuentes de financiamiento, productividad y repercusión, etc. Es en este último sentido que utilizaremos este término en el presente artículo.



Humanidad (2000), pastel en papel, 71 x 85 cm

## 2. Usos

El uso de indicadores cuantitativos es cada vez más frecuente en países desarrollados para definir sus políticas de apoyo a las actividades científicas y tecnológicas. Quizás para nosotros sean de mayor interés los análisis realizados en países como Brasil, España, China o India<sup>1</sup>. En todos estos casos sobresale el constante incremento en la producción científica de sus investigadores y el interés por alcanzar los niveles que tienen los investigadores de países desarrollados. Por ejemplo, en el caso de la ciencia española les interesa saber en qué áreas y especialidades sus indicadores de producción e impacto son equiparables o superiores a los del resto de los países de la Unión Europea.

En nuestro país, el CONACYT ha publicado de manera sistemática varios indicadores sobre la actividad científica en México y en algunos otros países<sup>2</sup>. Sin embargo, los datos publicados por el CONACYT son globales y no se desglosan por área o especialidad y menos aún por institución. Con la idea de cubrir esta deficiencia, la Academia Mexicana de Ciencias creó en 2002 el *Atlas de la Ciencia Mexicana (ACM)*. La meta de este proyecto fue integrar bancos de datos estadísticos sobre todas las áreas de la ciencia que se cultivan en nuestro país y hacerlos accesibles a todos los usuarios de la actividad científica. Este programa sólo tuvo dos años de actividad pero en ese periodo fue posible generar amplia y detallada información estadística sobre diez áreas de la ciencia mexicana: ciencias biológicas, físicas, químicas, de la tierra, agrociencias y biotecnología, medicina y ciencias de la salud, matemáticas, geociencias, ciencias sociales y humanidades<sup>3</sup>.

La información generada por el ACM es muy completa y confiable gracias a la retroalimentación que se recibió de la comunidad científica y de las propias

A partir de la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), en 1984, prácticamente todas las áreas inician un proceso de consolidación y su producción anual de artículos científicos se incrementa de manera constante.

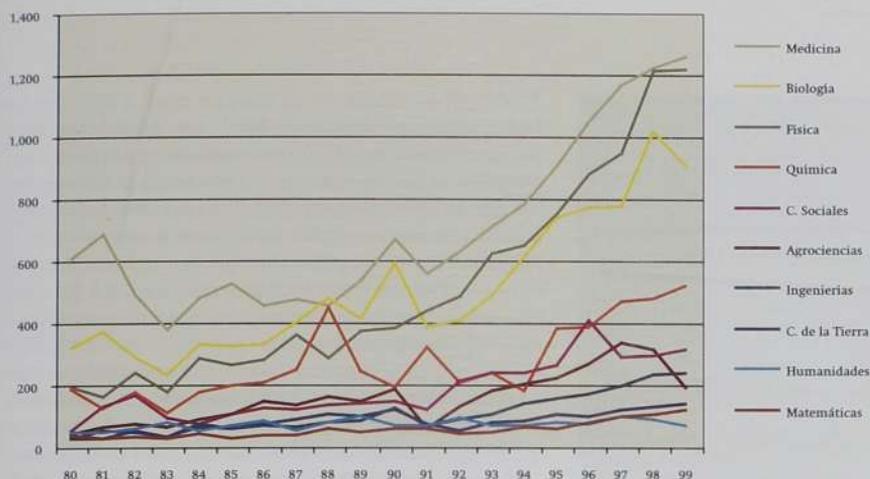


Figura 1. Número de artículos publicados en diez áreas de la ciencia mexicana en revistas incluidas en los índices SCI, SSCI, AHCI.

instituciones de educación superior e investigación. En particular, se cuenta con datos sobre la planta académica (adscripción institucional, antigüedad académica, productividad e impacto, composición por género, nivel de estudios, nacionalidad y especialidad), y sobre los programas de estudio de licenciatura y posgrado (matrícula, nuevo ingreso, egreso, eficiencia terminal), pero en este último caso sólo para algunas de las diez áreas cubiertas por el ACM.

Para dar una idea de los posibles usos de los indicadores generados por el ACM, mencionaré algunos de los que se obtuvieron para el caso de las ciencias físicas, una de las áreas mejor cubiertas por este programa. En la figura 1 se incluye la evolución de la producción científica (artículos en los índices internacionales) de las diez áreas estudiadas en el periodo 1980-1999. Entre ellas sobresale el incremento de la producción en ciencias físicas por un factor de seis en este periodo (de 200 a 1200 artículos). Este incremento corresponde al crecimiento constante de investigadores con doctorado en esta área del conocimiento (en 1987 se tenían registrados sólo 337 y para 2003 ya eran 1236<sup>3</sup>). Los datos recabados por el ACM también sugieren una posible explicación de por qué los físicos mexicanos se convirtieron en el gremio científico más productivo del país en un periodo tan corto: es el grupo más homogéneo en formación académica (existe un mínimo de investigadores que sólo ha terminado sus estudios de maestría o licenciatura) y que ha sido sujeto de un estimulante proceso de desconcentración geográfica: en 1987, el 70% de los investigadores con doctorado estaba adscrito a las instituciones ubicadas en la ciudad de México, y para 2003 este número ya se había reducido al 35%. Conviene resaltar que este proceso ocurrió dentro del amplio crecimiento de la planta académica a nivel

nacional y no se debe a una simple disminución de investigadores en las instituciones del área metropolitana de la ciudad de México. Por ejemplo, la UNAM contaba en 1987 con el 51% de los investigadores con doctorado (169, y en ese entonces todos estaban concentrados en la CU), pero para 2003 ya sólo eran el 36.5% (451) y los que se ubicaban en la CU correspondían al 27.8% (343). Otro factor que resalta de los datos generados en el ACM es el nivel de colaboración internacional que han logrado los físicos mexicanos y que les ha permitido lograr niveles de visibilidad en el medio internacional que antes sólo habían logrado los investigadores biomédicos: el número de artículos publicados en la década de los años noventa que han generado más de cien citas es mayor que los generados en este nivel por la comunidad biomédica. Muchos de estos artículos fueron producidos a partir de colaboraciones internacionales en los grandes laboratorios de aceleradores de partículas y centros de observación astronómica<sup>4</sup>. Una situación similar ocurre en el área de las geociencias, donde algunos de los artículos más citados fueron publicados a partir de la participación de científicos mexicanos en los grupos internacionales que han explorado el cráter Chicxulub en Yucatán o han realizado estudios por medio de técnicas de percepción remota con satélites terrestres.

Existe otro dato muy interesante que surge a partir de los datos incluidos en la figura 1: a partir de la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1984, prácticamente todas las áreas inician un proceso de consolidación y su producción anual de artículos científicos se incrementa de manera constante. Este efecto ya ha sido detectado en otros análisis cuantitativos<sup>5</sup> y constituye un ejemplo transparente de los usos positivos de la cuantificación.



Humanidad atrapada (2000), pastel en papel, 71 x 85 cm

### 3. Abusos

Ya mencionamos algunos de los usos y aplicaciones de los datos generados en la ciencimetría, todos ellos ubicados en la esfera macro de la ciencia y la tecnología. Los abusos de la ciencimetría aparecen precisamente cuando algunos resultados de tipo macro se aplican a nivel micro, esto es, a la evaluación de investigadores en forma individual. Existe una amplia literatura sobre los inconvenientes de este proceder<sup>6</sup>, a continuación sólo mencionaré algunos de ellos:

- Los promedios internacionales de productividad o de citación cubren áreas muy generales y en la mayoría de los casos no corresponden a las líneas de trabajo de los investigadores individuales. Estos promedios varían con el tiempo y esta posibilidad no está contemplada en los reglamentos institucionales utilizados para promover o contratar investigadores.
- Los factores de impacto determinados para las revistas incluidas en los índices internacionales varían año con año, y en consecuencia también es variable la lista de "las mejores revistas de la especialidad"<sup>7</sup>.
- Existen revistas de buena calidad que no están incluidas en los índices internacionales, en particular en áreas como matemáticas, ciencias sociales y humanidades. Para este tipo de revistas no existe información sobre sus factores de impacto, índices de inmediatez, etc.

Quizás el principal abuso de los indicadores cienciométricos se presenta en instituciones donde son tomados de manera estricta en los procesos de promoción

La mayoría de los comités dictaminadores no están familiarizados con todos los temas abordados por los investigadores a ser evaluados, y entonces los indicadores cienciométricos se convierten en la norma que deberán satisfacer todos los investigadores que quieran ser promovidos o contratados.

y contratación. En la mayoría de las instituciones de alto nivel las evaluaciones académicas son determinadas por especialistas que conocen los temas específicos de interés de los investigadores evaluados (la famosa evaluación por pares) y los datos generados por los análisis cuantitativos se consideran únicamente como material de apoyo en el proceso de evaluación. Pero debido a la intensidad y frecuencia con que se realiza en México la evaluación del trabajo académico, la mayoría de los comités dictaminadores no están familiarizados con todos los temas abordados por los investigadores a ser evaluados, y entonces los indicadores cuantitativos se convierten en la norma que deberán satisfacer todos los investigadores que quieran ser promovidos o contratados. Esto, a su vez, ha generado nuevos procedimientos de evaluación para analizar las apelaciones de los investigadores inconformes con los resultados de su propia evaluación. Existe también un uso aberrante de los indicadores bibliométricos cuando son utilizados para propósitos exclusivamente administrativos, pero prefiero no abundar en ello.

#### 4. El INEGI de la ciencia

Como muchos otros países en desarrollo, México no cuenta con políticas claras para fomentar la compilación sistemática de bancos de datos estadísticos sobre la ciencia nacional. El caso de la ciencia mexicana es realmente patético y podemos ilustrarlo con dos editoriales recientemente publicados en revistas de circulación internacional que se han referido al estado de la ciencia en nuestro país. En el primer caso, publicado en la revista *American Scientist*<sup>8</sup>, la ciencia mexicana sale bien librada porque a pesar de lo modesta que es nuestra contribución al número total de artículos

de investigación publicado en todo el mundo, resulta que entre los 348 miembros extranjeros de la Academia Nacional de Ciencias de los EUA, siete son mexicanos, un número mucho mayor que los investigadores de Brasil, China o India. En cambio, en el segundo caso, el editorial publicado en la revista *Nature Medicine* del 5 de septiembre pasado [9] critica el desempeño de los científicos mexicanos. Según los editores de esta revista, a pesar de que el apoyo a la ciencia mexicana es suficiente para el número de investigadores mexicanos y según los estándares de los EUA, la producción *per capita* y el impacto de la ciencia mexicana son mucho menores que los de la ciencia norteamericana. Sin embargo, en este editorial o en el número de *Nature Medicine* correspondiente a esa fecha no se incluyen los datos que soporten tan drástica conclusión. Desgraciadamente, no existe una fuente de información estadística en nuestro país que pudiera rebatir la argumentación publicada en esta revista.

Como conclusión final de este artículo, espero haber presentado suficientes argumentos sobre la necesidad de crear, y preservar, el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) de la ciencia mexicana, o alguna instancia que nos permitiera contar con datos estadísticos actualizados sobre el estado que guarda en todo momento la ciencia mexicana. Estos datos podrían ser utilizados por los administradores de la ciencia para realizar ejercicios reales de planeación de nuestra actividad científica, por los investigadores interesados en estudiar la dinámica de nuestra actividad científica, o bien por las propias instituciones de educación superior y de investigación para retroalimentar sus procesos de evaluación académica. En pocas palabras, para fomentar el uso correcto de la cuantificación. ●

#### [Referencias]

- 1 I. Castro-Moreira, *Science* 301, 141 (2003); D.A. King, *Nature* 430, 311 (2004); M. Sánchez-Ayuso, reporte del CSIC, <http://www.csic.es/hispano/preside/preside4/infora.htm>; J. Mervis, J. Kinoshita, *Science* 270, 1131 (1995).
- 2 CONACYT, Indicadores de actividades científicas y tecnológicas, <http://www.conacyt.mx/indicadores.htm>.
- 3 Atlas de la Ciencia Mexicana, <http://www.amc.unam.mx/atlas.htm>.
- 4 F. Collazo-Reyes, M.E. Luna-Morales, J.M. Russell, *Scientometrics* 60, 131 (2004).
- 5 C. González-Brambila, F. Veloso, reporte de la U. Carnegie Mellon (2005).
- 6 Véase, por ejemplo, P.O. Seglen, *BMJ* 314, 497 (1997); J.W. Grossman, *Notices AMS*, 52, 35 (2005); A.F.J. Van Raan, *Scientometrics* 62, 133 (2005); N.C. Lin, Y. Cheng, L. Lin, *Scientometrics* 64, 101 (2005); J.A. Tallin, *Basic Clinical Pharmacol. Toxicol.* 97, 261 (2005); D. Adam, *Avance y Perspectiva* 21, 181 (2002).
- 7 M.H. Magri, A. Solari, *Scientometrics* 37, 35 (1996).
- 8 F.J. Ayala, *Am. Scientist* 93, 2 (2005).
- 9 *Nature Medicine* 11, 907 (2005).

Enfermedad del Hombre (2000), técnica mixta en madera, 72 x 58 cm



# ¿Qué hacer para transformar a nuestros investigadores en científicos?

Hoy la ciencia moderna está causando una diferencia tan tremebunda entre los habitantes del planeta como en toda la historia no la había podido establecer ni siquiera el mismísimo dinero.

Marcelino Cerejido

## El analfabetismo científico

Si por ignorancia o negligencia nuestros médicos se hubieran encogido de hombros ante las víctimas del terremoto de 1985, los hubiéramos visto como verdaderos monstruos. ¿Cómo nos vemos entonces a nosotros mismos, los científicos, ante una plaga endémica mucho peor: el *analfabetismo científico*? Hoy la ciencia moderna está causando una diferencia tan tremebunda entre los habitantes del planeta como en toda la historia no la había podido establecer ni siquiera el mismísimo dinero. Ha partido a la humanidad en un Primer Mundo (10-15%) que tiene ciencia, investiga, crea, inventa, vende, otorga créditos en condiciones usurarias, impone, define, e invade, y en un Tercer Mundo (85-90%) en el que la gente produce, se transporta, se comunica, se divierte, se cura y se mata, con maquinarias, camiones, aeronaves, teléfonos, televisores, redes informativas, satélites, espectáculos y medicinas que inventaron los del primero. Nuestro analfabetismo científico nos hunde en deudas impagables, desocupación, miseria, hambre, mortalidad, y corrupción.

Pero el analfabetismo científico plantea un problema adicional. Así, cuando a una sociedad le faltan alimentos, agua, medicamentos y energía, sus moradores son los primeros en señalar correctamente la falta. En cambio, cuando les falta ciencia, no están capacitados para detectarlo. Es algo análogo a que nuestra gente muriera de dolor y enfermedades sin sospechar que eso que llaman "medicina" y esos lugares en cuyo frontispicio se lee "hospital" son, precisamente, para tratarlos.

## ¿Quiénes son los analfabetas científicos?

¿Serán los empresarios? Sus industrias se colapsan por el avance de tecnología extranjera, pero ¿acaso recurren a nuestras universidades y centros de estudios superiores en busca de soluciones? ¿Establecen sistemas de donativos, becas para que nuestros muchachos inventen sustitutos, generen equipos y materiales que puedan producir las empresas nacionales?

¿Serán nuestros jefes políticos? La ciencia no admite el Principio de Autoridad, por el cual algo es verdad o mentira, dependiendo de quien lo diga. Si afirmo que  $2 + 2 = 13$ , y alguien señala mi error, no lo puedo "refutar" desacreditándolo para minar su autoridad. Nuestros candidatos a gobernarnos no están exponiendo sus ideas, proyectos y posiciones con respecto a diversos problemas. Su manera de luchar políticamente a veces se reduce a tratar de descubrir hechos delictuosos en sus rivales (robos mientras ejercían una función de Estado, lujo exagerado de sus casas y ropas, autorización de casinos, encubrimiento de la prostitución) para desacreditar al rival. Adviértase que estas acusaciones podrían ser rigurosamente ciertas, pero su denuncia no debería remplazar una descripción madura y un debate de sus plataformas.

¿Serán analfabetas científicos nuestros líderes sociales? En nuestro Centro no admitiríamos que un colega "demuestre" cuál es el ligando de un receptor con sólo bloquear la entrada a nuestros departamentos hasta que no aprobemos su trabajo. Pero no es raro que los líderes sociales planteen de ese modo sus problemas. Hacen "demostraciones" (así sus llaman) bloqueando avenidas. Los universitarios "demuestran" tomando instalaciones, los propietarios de autos chocolate obstruyendo el centro con sus vehículos, los vecinos de cierto poblado frotando sus machetes en los adoquines frente al Congreso, el personal hospitalario "demuestra" abandonando sus pacientes. Lo triste es que si no "demostrarán" de ese modo se ignorarían sus derechos.

¿Y nuestros pensadores? Para explicar nuestra situación analizan el papel de Benito Juárez, Madero, Cárdenas, batallas, pactos, invasiones extranjeras, disputas entre el campo y la industria, la capital y los estados. Pero, ¿ha de creer el lector que ninguno de los preclaros pensadores que he consultado **menciona** siquiera que en el siglo que ha visto aparecer aviones, radiotelefonía, antibióticos, reactores atómicos, marcapasos, materiales sintéticos, transistores, computadoras e industrias farmacéuticas, mientras el Primer Mundo estaba desarrollando su ciencia y su

MARCELINO CEREJIDO Es investigador titular en el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del **Cinvestav**. Su área de investigación es la Fisiología celular y molecular de membranas. Además de una larga lista de publicaciones específicas de su área, el Dr. Cerejido publica regularmente libros de ensayo y divulgación sobre la relación ciencia y socie-

dad, el tiempo, la muerte, los desequilibrios. Algunos títulos de sus libros incluyen: *Ciencia sin seso - Locura doble y Por qué no tenemos ciencia* (Siglo XXI, 1994); *La ignorancia debida y El Doctor Marcelino Cerejido y sus patrañas* (Libros del Zorzal, 2003), *La Nuca de Houssay y La muerte y sus ventajas* (Fondo de Cultura Económica, 1997) y *People Without Science* (Vantage Press, 2005).

tecnología, nuestra sociedad en cambio no lo hacía? La capacidad de comunicarse, viajar, guerrear se ha multiplicado millones de veces (del cartero a la red de computadoras, del jinete a caballo al avión supersónico, de la dinamita a los megatones), pero nuestros analistas, politólogos e historiadores ni siquiera parecen advertir dicho factor. Admitirían estos pensadores que nuestros patólogos se refirieran a la tuberculosis en términos de pulmones con cavernas y ganglios necrosados, pero que ignoraran algo que se llama "bacilo de Koch"?

¿Serán analfabetas científicos nuestros humanistas?

En el fondo muchos de ellos son creacionistas para quienes la ciencia comenzó hace apenas tres o cuatro mil años con babilonios, egipcios y griegos. Ignoran el papel de la evolución, pues para cuando aparecieron aquellas culturas el ser humano ya venía equipado con un cerebro que sabía hacer las siguientes monerías: a) generar modelos dinámicos de la realidad (imaginar todo lo que podría ocurrir y jugar mentalmente con esos modelos para escoger **la** alternativa más promisoría acerca de cómo le conviene proceder); b) tenía una memoria formidable, preponderantemente inconsciente; c) captaba duraciones con un sentido temporal de pasado a futuro; d) transformaba el tiempo real en tiempo mental. Podía por ejemplo narrarnos su vida en unos minutos, o describir un fenómeno que apenas había durado femtosegundos; e) tenía la capacidad de generar un lenguaje; f) así como las plantas son seleccionadas por su capacidad de fotosintetizar y las vacas por la de digerir celulosa, el hombre había hecho del conocer su herramienta evolutiva, y era seleccionado con base en dicha capacidad; g) la Evolución había seleccionado un ser humano **creyente**, pues tiene una enorme ventaja quien no sólo incorpora lo que él mismo ha visto y oído, sino lo que le narran sus padres, maestros y la sociedad entera, incluidas las generaciones que le precedieron. Y que concomitantemente h) ha venido evolucionando la manera en que ese *Homo sapiens* creyente transmite socialmente su patrimonio cognitivo a través del desarrollo de la crianza y la docencia; i) y que así como han evolucionado sus utensilios, armas, ropas, organización social, también la forma humana

de interpretar la realidad ha ido evolucionando. Por eso fue pasando de modelos de la realidad basados en animismo, magia, politeísmo, monoteísmo, y hoy ha llegado a desarrollar el científico. La ciencia no es más que el último modelo en la manera humana de interpretar la realidad.

Frente a estos portentos epistemológicos, el hecho de que hace tres o cuatro mil años el ser humano desarrollara la geometría y la astronomía es casi una intrascendencia. ¿Qué son el Teorema de Pitágoras o la Teoría de la Relatividad, comparados con el desarrollo evolutivo de un cerebro capaz llevar a cabo las hazañas que enumero en el párrafo anterior?

### El analfabeta científico confunde ciencia con investigación

Un científico interpreta la realidad sin invocar milagros, revelaciones, dogmas ni el Principio de Autoridad, por el cual algo es verdad o mentira dependiendo de quién lo diga. En cambio un investigador es una persona entrenada para tomar un poco del *caos* de lo desconocido, explicarlo y transformarlo en el *orden* del conocimiento. Para que quede claro: si un farmacólogo desarrolla una molécula capaz de acabar con el cáncer, la lepra y la demencia, diríamos que es un *investigador* brillante. Pero no necesariamente lo consideraría *científico* si cree que el hombre fue creado como un muñequito de barro y la mujer a partir de una de sus costillas, pues esa no es la **manera** en que la ciencia interpreta por qué hay hombres y mujeres. Y al revés, tengo colegas que jamás invocarían milagros en sus explicaciones, pero no pueden ganarse la vida como investigadores porque carecen de suficiente originalidad.

El analfabeta científico hace de *ciencia e investigación* sinónimos exactos; habla de "ciencia y filosofía", de "ciencias duras **vs.** blandas", de "ciencia básica **vs.** aplicada", de "ciencia **vs.** religión", sigue empecinado en tonterías añejas como "la ciencia es una aventura de la razón", a pesar de que durante el 99% de su existencia vino desarrollando un cerebro cuyo accionar es fundamentalmente inconsciente. Sigue creyendo que la

Gas Primigenio III (2000), técnica mixta sobre tela, 100 x 80 cm



“Antiguamente la diferencia entre el rico y el pobre dependía de cuánto dinero tenían en el bolsillo; hoy los diferencia qué tipo de ideas tienen en la cabeza.”

John Kenneth Galbraith

Entraña de la Tierra I (2000), técnica mixta sobre plástico, 89 x 81 cm



“Si se mantienen las cosas como van, en dos décadas más, México será investigado, descubierto, identificado, inventado, reconstruido por extranjeros.”

Enrique Florescano

realidad tiene una única variable: la económica, por eso, para él la "política científica" consiste en un encarnizado tironeo presupuestal. No habla de apoyarse *en* la ciencia sino de apoyar *a* la ciencia, cosa que tampoco hace pues, como vengo argumentando, para quien no entiende el papel del conocimiento, investigar y hacer ciencia es un despilfarro. No hay mandatario que no nos haya explicado con toda honestidad "Ahora tenemos problemas graves, pero ni bien los resolvamos, apoyaremos a la ciencia", que se oye como "Ahora tengo todas estas ecuaciones diferenciales, pero ni bien las resuelva estudiaré matemática". Así es, en un mundo donde ya casi no queda nada que no dependa de ciencia y tecnología, nuestros funcionarios esperan resolver los problemas nacionales posponiendo el desarrollo científico mientras recurren a un anacrónico analfabetismo científico.

### ¿Cómo educan verdaderamente en ciencia a su población (empresarios, funcionarios, investigadores, etc.) los países que sí tienen ciencia?

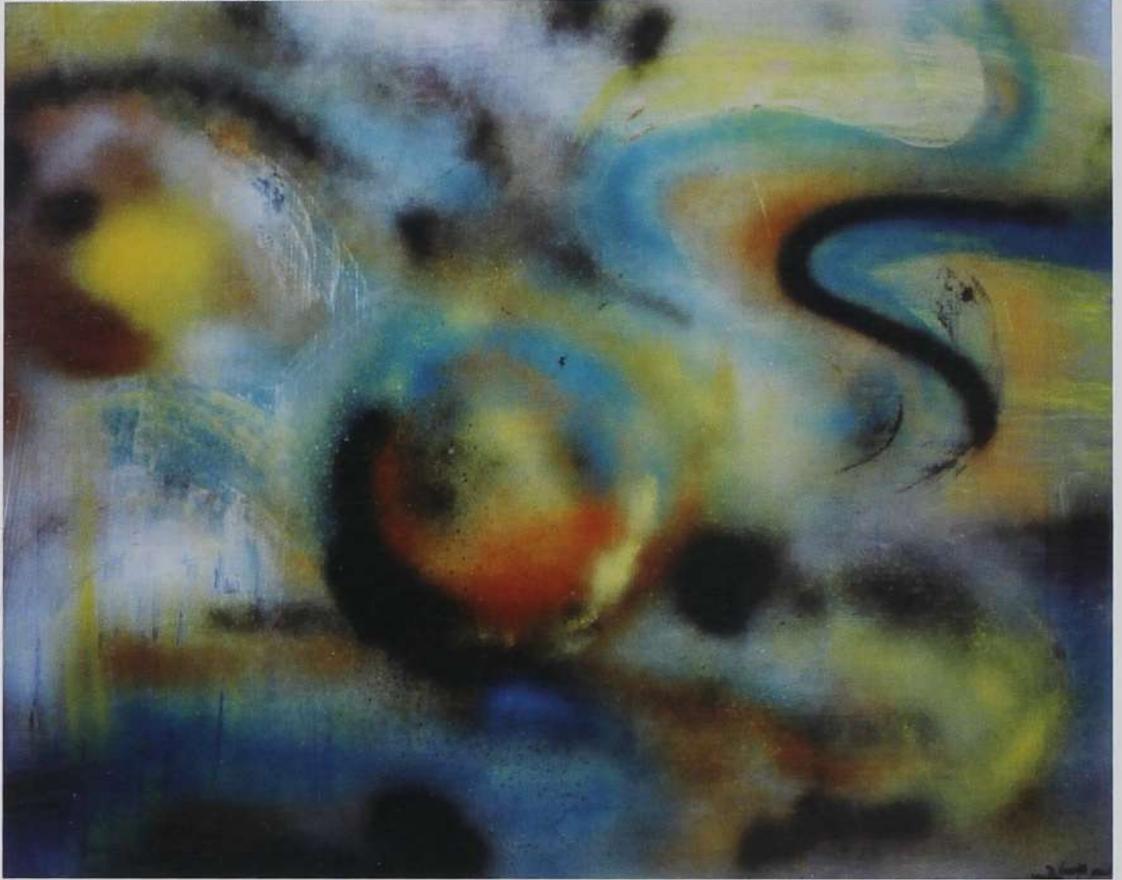
En lugar de observaciones grandilocuentes y acaso vacuas, mencionaré algunas cosas que he visto hacer personalmente.

- 1) Cuando estaba en Harvard veía aparecer de pronto hojas de cuadernos manuscritas pinchadas entre otros anuncios "IBM (o General Motors, o General Dynamics, o AT&T) estará el miércoles a las 6 p.m. en el aula número 23". Me explicaron que cada tanto venían representantes de esas compañías (una por vez) y ofrecían contratos a quienes estuvieran estudiando tales y cuales carreras. Ofrecían becas siempre y cuando el estudiante se obligara a trabajar tres o cinco años en las compañías en cuanto se graduara. Al doctorando le interesaba, porque de ahí en más se le pagarían sus estudios y tendría un trabajo asegurado en cuanto se recibiera. A las compañías también, porque se aseguraban una inyección de conocimiento (del mejor que produce Estados Unidos) donde lo necesitaran.
- 2) Todos admiramos "El Milagro Japonés" que arrancó allá por la década de 1970. Vale la pena recordar que en las décadas anteriores uno se cruzaba por los

pasillos de Harvard con multitud de becarios japoneses. Japón no es un "milagro del malabarrismo financiero" como preconizan los funcionarios administrativos, sino el resultado de una "apuesta masiva, sostenida y coherente por el conocimiento". Por veinte o treinta años Japón estuvo en el pico de un descomunal embudo cognitivo, en el cual se vertían conocimientos de Alemania, Inglaterra, Francia, o Estados Unidos. Todo lo fotografiaban, todo lo anotaban, en todos lados había becarios japoneses.

- 3) Ya que estamos con Japón: hace tres años, en plena crisis, aumentaron sólidamente el presupuesto científico. "Precisamente —me explicaron— ahora más que nunca necesitamos entender e intentar soluciones inteligentes". De lo contrario sería algo tan insensato como decir "Fulano fue a consultar a su médico, a pesar de que estaba gravemente enfermo". ¡No!, fue allá precisamente *porque* estaba enfermo. En una palabra, Japón cree en el conocimiento y en la ciencia y, en la adversidad, se aferró a ella más que nunca.
- 4) Y siguiendo con Japón: también me explicaron que su sentido de la dignidad es tan alto que morirían de vergüenza si no fueran ellos quienes más conocen al Japón. Lo comparé con algunos países latinoamericanos, que si quieren saber sobre la geología de su patria piden un sabático para ir a averiguarlo en Austin, Texas, y si necesitan saber sobre alguno de sus presidentes acuden a Princeton, New Jersey, porque los descendientes del mandatario le vendieron documentos y archivos por unos cuantos miles de dólares. ¡Menos mal que las estrellas y galaxias no se pueden vender y hay que ir a verlas desde el hemisferio sur! De lo contrario alguna universidad del Primer Mundo las tendría seguramente acaparadas y los astrónomos del Cono Sur tendrían que ir a estudiarlas a Pasadena. Conozco mexicanos que han ido a hacer una tesis sobre el maíz a Oxford, y argentinos que fueron a estudiar el comercio Inglés en el Río de la Plata a Yale. Entretanto los japoneses se empeñan en que quien más sepa sobre cualquier aspecto del Japón, sea cultural, geológico, histórico o biológico, sea japonés.

Gas Primigenio II (2000), técnica mixta sobre tela, 100 x 80 cm



Urge considerar al “analfabetismo científico” como lo haríamos con una plaga: caracterizar el agente, las circunstancias, ver cómo se puede sobrevivir. En ningún momento debemos denostar al analfabeta, como no lo haríamos con un paisano que no sabe leer ni escribir, o que padece una micosis.

## ¿Cuáles son los modelos de éxitos y fracasos al respecto en otras partes del planeta que se han enfrentado con el problema antes que nosotros?

Muchos países del Tercer Mundo —tal es el caso de México— se han lanzado a un esfuerzo denodado por desarrollar su ciencia. Comenzaron por la investigación, la divulgación, establecieron becas, sistemas de investigadores, programas de donativos. El “formar recursos humanos” fue una prédica constante. La comunidad científica respondió. Pero luego ni el Estado, ni los empresarios, ni la sociedad en su conjunto supieron qué hacer con ellos, por lo que ruego al lector releer el segundo párrafo del presente artículo. Cuando yo era niño, era común sofrenar a los niños con cuentos terroríficos como el de Pulgarcito. Recuerdo que en una parte decía: “Era una familia muy pobre con ocho hijos pequeños y, como no podían alimentarlos, decidieron llevarlos al bosque para que se perdieran y los comieran los lobos”.<sup>1</sup> Con la avalancha de becarios que regresan de posdoctorados en el exterior, la técnica suele ser ligeramente distinta: no se arrojan los becarios a los lobos, pero se les impide solicitar donativos para comprar equipos e instalarse.

La administración de los servicios aéreos, la venta de refrigeradores y hasta los servicios fúnebres se fueron adaptando a las características de dichos menesteres. En cambio, nadie diseñó una manera adecuada de adaptarse gradualmente a la actividad científica. El investigador debe ajustarse a cánones que a veces ni siquiera surgen de las instituciones científicas, sino de las hacendarías, o con frecuencia de entidades extranacionales del tipo OCDE, Banco Mundial y otras no menos alejadas de la epistemología, del estado de una disciplina dada, de la sociología científica, de la pedagogía. Por ejemplo, sólo la investigación de pésima calidad es predecible, pues la que hacen los sabios brillantes está plagada de descubrimientos, ideas innovativas, observaciones fortuitas hechas acaso del otro lado del planeta pero que de pronto nos obligan a hacer algo distinto de lo planeado. Pero los burócratas nos siguen obligando a mentir (pues de lo contrario no procesarían nuestras solicitudes) estipulando qué haremos en el segundo

trimestre del tercer año de un donativo. Urge considerar al “analfabetismo científico” como lo haríamos con una plaga: caracterizar el agente, las circunstancias, ver cómo se puede sobrevivir. En ningún momento debemos denostar al analfabeta, como no lo haríamos con un paisano que no sabe leer ni escribir, o que padece una micosis. Es decir, debemos encararlo con un enfoque médico: *primum non nocere* debería ser nuestro lema. Así como de pronto se realizan *simposia* sobre una epidemia de dengue, sobre la desertificación de tal o cual zona, o sobre el alto contenido de arsénico de la cuenca de un río, debemos también hacerlos urgentemente sobre el “analfabetismo científico”.

## ¿Podríamos hacer algo más que lamentarnos?

Creo que sí. Taimadamente vengo atribuyendo el analfabetismo científico al Estado, a los empresarios, y a los personajes mediáticos. Pero a nosotros, los científicos, nos cabe la culpa inicial, pues tomamos un muchacho, lo adiestramos en la investigación de si cierta sinapsis es gabaérgica o glutamatérgica, y luego le conferimos el grado de doctor *en ciencia* sin que nadie le haya dado una noción elemental de qué es la ciencia, cuál es su historia y su naturaleza.

Para tratar de entender los puntos que vengo discutiendo, fui produciendo libros como *La nuca de Houssay. Ciencia sin seso - Locura doble, Por qué no tenemos ciencia, La ignorancia debida, People Without Science*, pero son muy escasos los miembros de nuestra comunidad que han dado muestras de entenderlos. Por eso, daré a continuación tres ejemplos de lo que nosotros mismos, en nuestro Centro, podríamos muy bien intentar para ayudar a nuestra sociedad a luchar contra el analfabetismo científico.

1) Para objetivar mis aseveraciones, he venido generando un *Test de visión del mundo*.<sup>2</sup> Mi propósito es aplicarlo voluntariamente a 50 muchachos que entran a una universidad en un año determinado, y compararlo con otros 50 que en ese mismo año obtienen un título de maestro o de doctor en ciencia, para ver si, además de enseñarle a medir cierta enzima, o secuenciar un gen, la universidad les está dando una visión del mundo compatible con la ciencia. Lo he

aplicado informalmente a unos 200-300 alumnos. En suma, como creo que nuestras universidades deberían dar una visión del mundo compatible con la ciencia, me encantaría que nuestra comunidad perfeccionara y aplicara dicho test.

2) Sobre los resultados preliminares de dicho test, he estado perfeccionando un *Cursillo de Visión del Mundo*. Recordemos que, en mi opinión, la ciencia es antes que nada una manera de interpretar la realidad. De modo que el Cursillo es una descripción de las grandes ramas de la ciencia, para narrar en una semana de 45 horas, de lunes a viernes, qué opina la ciencia del cosmos, la vida, la historia, las creencias, la mente, el hombre, la ciencia, la investigación, etcétera. El curso debería darse en una semana una vez al año, todos los años, y quien quiera optar por un título de maestro o doctor en ciencia, deberá tomarlo y aprobarlo en cualquiera de los años de su carrera. En una semana no podríamos formar a nadie, pero el cursillo tiene un formato y un propósito similar a los cursillos sobre las leyes de tránsito que uno tiene que aprobar para obtener la licencia de conductor, o los de primeros auxilios que debe aprobar un aspirante a bombero, o los de la historia de la telefonía o del chocolate que las transnacionales envían a tomar a sus altos empleados, por más que éstos trabajen en tareas administrativas. Nadie sale de ellos con el título de abogado, médico, ingeniero en comunicaciones ni químico del chocolate, pero por lo menos no dirán ni comerán las tonterías que vengo enumerando.

Así como para acceder a un cargo de envergadura un alto empleado de Estado debe tomar y aprobar un cursillo breve e intensivo sobre defensa nacional, nadie debería acceder a un cargo administrativo de la ciencia sin haber aprobado el Cursillo. Mi propósito es que nuestro *Cinvestav* perfeccione estos tests y cursillos para ofrecerlos luego a instituciones que tienen que ver con la ciencia, se trate del Conacyt o de centros colegas del *Cinvestav*, pero también a legisladores, cámaras empresariales.

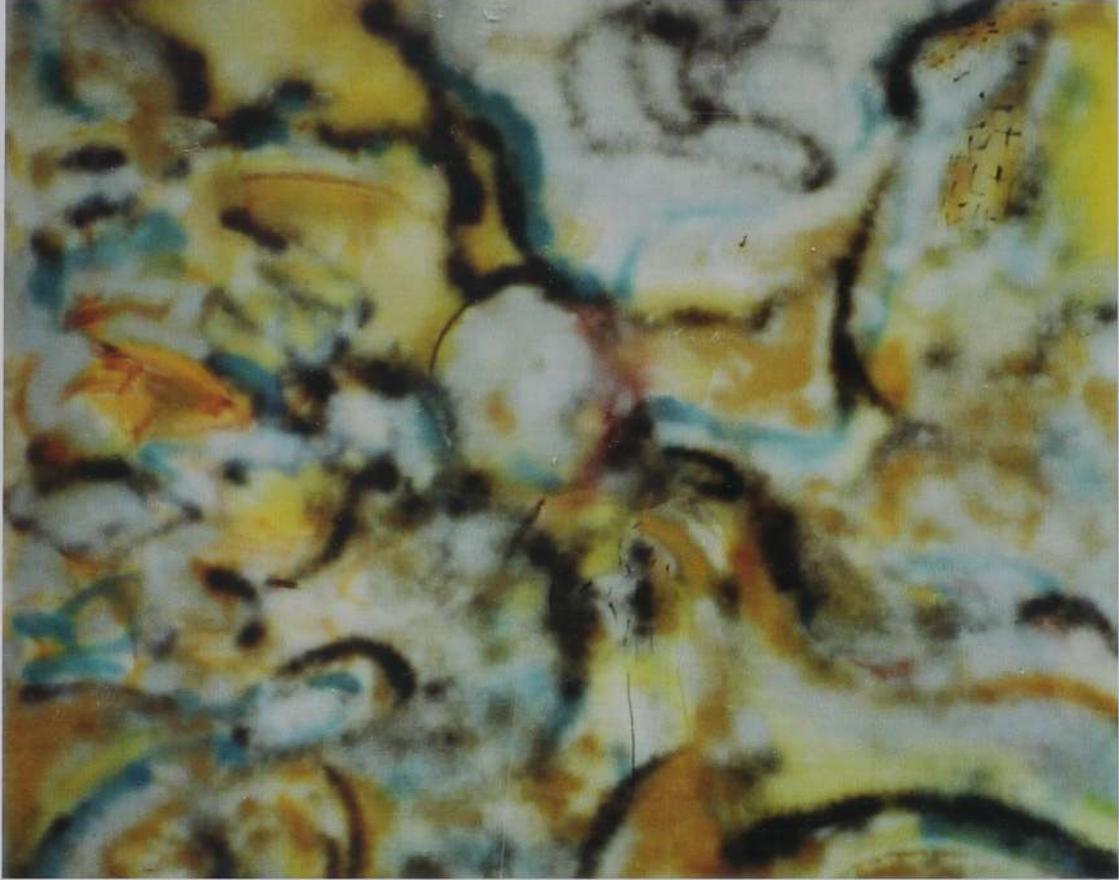
3) México se ocupa febrilmente de la divulgación científica. Convoca a sus mejores especialistas para que

expliquen en forma sencilla y amena, pero con todo rigor, qué es un volcán, qué es la luz, por qué nos enferman las amebas, cómo evolucionan las especies, por qué brilla el Sol y por qué hay nubes, llueve o hace frío. Están organizando museos de ciencia, ferias de ciencia, semanas de ciencia, colecciones de libros y revistas de ciencia que benefician a *miles* de jóvenes. Pero la radiante tarde en que llegó a México el entonces Papa Juan Pablo II en su anteúltima visita, las televisoras invitaron a *millones* de compatriotas a que advirtieran "...hasta qué punto la Virgen de Guadalupe amaba a dicho Papa, pues había despedido las nubes y hecho brillar el Sol para recibirlo".

La mayoría de los productos son sometidos a un control de calidad, para impedir que los medicamentos maten a la población, que los alimentos la intoxiquen, que los puentes se derrumben. La industria de los alimentos y de productos farmacéuticos deben especificar los ingredientes, y la del tabaco anunciar que el cigarro favorece el cáncer. Pero el analfabetismo científico goza de la más absoluta impunidad para envenenar la mente de nuestra sociedad, a pesar de que causa estragos muchísimo más devastadores. ¿Podríamos desarrollar en el *Cinvestav* un servicio de detección de tóxicos cognitivos? Para comenzar no podría ser obligatorio, pero sí que las emisoras y programas de cierta dignidad aspiren a ostentar un sello de garantía. Personalmente, me encantaría que los candidatos a legislador y presidente nos enviaran su plataforma para que las expurguemos. Las trataríamos con el mismo profundo respeto y discreción con que opinaríamos sobre sus análisis clínicos.

Carl Sagan ha ideado un *Balooney detection kit* que se está popularizando en Estados Unidos; permite detectar embustes y patrañas. Con el servicio que estoy proponiendo en este apartado, nosotros podríamos detectar en el *Cinvestav* actitudes y venenos anticientíficos. Hagámoslo, aunque más no sea para que nuestros alumnos se entrenen en detectar autoritarismos añejos y perniciosos, discriminaciones y medidas burocráticas que encarecen y entorpecen la investigación. ●

Gay Primigenio I (2000), técnica mixta sobre tela, 200 x 200 cm



#### [Notas]

- <sup>1</sup> El infanticidio era una práctica habitual del *Homo sapiens*. En Europa se practicó durante las hambrunas hasta bien entrado el Siglo XVIII. También se lo practicaba como control de la natalidad. Ya iniciado el Siglo XIX la mortalidad en los orfanatos franceses era del 90% anual.
- <sup>2</sup> Si bien el test depende de cierta información, esta información es mínima y de conocimiento corriente. Por ejemplo "Ordene cronológicamente a Galileo, la cirugía abdominal, Jesús, las pirámides de Egipto, la imprenta, Colón, el descubrimiento del oxígeno, la civilización maya, Moisés, la brújula, Santo Domingo, Moctezuma, el telescopio, Lutero." Otra, pretendiendo haber leído la siguiente noticia en la revista *Nature* "Sobre la base de que Newton era inglés, el parlamento británico se atribuye el derecho de modificar la Ley de Gravedad"; aquí el test pide la opinión del alumno sobre si ese derecho es reconocible, si la Ley es patrimonio de la humanidad, si deberían intervenir las Naciones Unidas.

# La cooperación academia-industria. ¿Es posible en México?

Hay gran necesidad de definir políticas de investigación y desarrollo, no solamente en las empresas, sino para estimular la cooperación entre las instituciones de investigación y la industria, facilitando así la relación entre ambos sectores y ciertamente evitando el debilitamiento de la investigación científica académica al promover dicha vinculación con las empresas.

Walid Kuri-Harcuch

## Relaciones academia-industria

La actividad de investigación y desarrollo a nivel industrial (I/D) se inició a principios del siglo XX en un contexto poco propicio y en un ambiente de opinión contrario a estas actividades. Charles Duell, quien había renunciado a la dirección de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos de Norteamérica, declaró en 1899 que "todo lo que es posible inventar, ya ha sido inventado". Otros, convencidos de lo contrario, iniciaban actividades de investigación y desarrollo en sus propias industrias — Du Pont estableció su laboratorio central de I/D, y General Motors (GM) su laboratorio central para el estudio de materiales de uso en sus productos. Tanto Du Pont como GM se enfrentaron al escepticismo de diversos hombres de negocios que consideraban que no existía una relación entre la investigación científica en las instituciones académicas, o en las empresas, con la innovación de productos y procesos industriales.<sup>1</sup> El futuro de entonces, ahora presente, ha desmentido totalmente estas ideas contrarias a la relación de la investigación científica con el desarrollo de productos industriales o comerciales.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, especialmente en los Estados Unidos de Norteamérica, la I/D surgió con gran fuerza, siendo su motor principal la inversión de fuertes capitales a través de los capitales

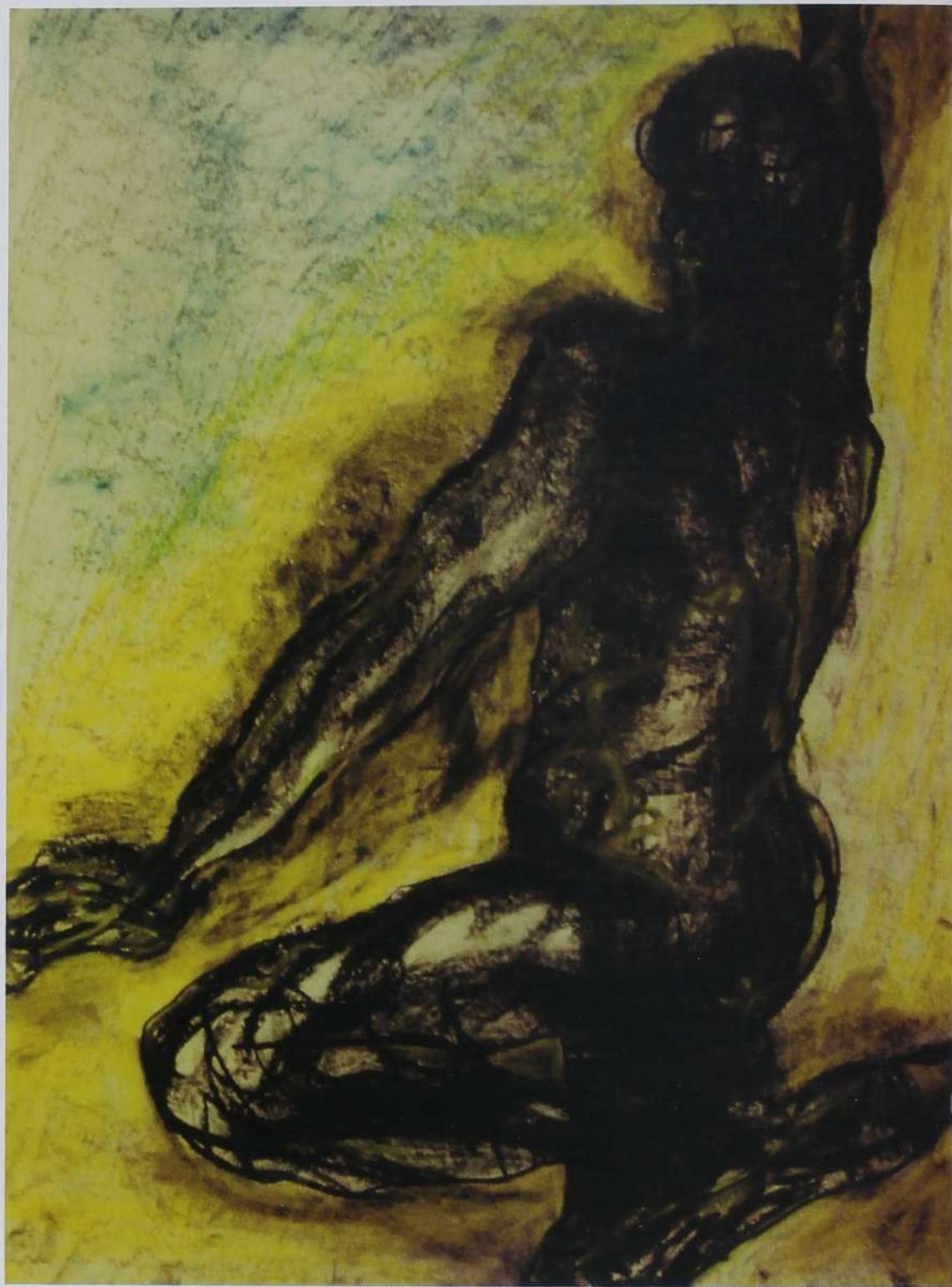
de riesgo (venture capital), que lograron incentivar la relación entre los institutos de investigación científica y la industria, y de esta manera servir como el conducto para la transferencia tecnológica entre estas organizaciones, el desarrollo de nuevos productos y su comercialización. A partir de entonces, líderes de instituciones académicas y hombres de negocios siguen colaborando para encontrar formas más efectivas para la integración de la I/D académica e industrial con la dirección estratégica de la organización correspondiente. En esta relación aún existen barreras importantes, tanto de lenguaje como conceptuales, por varias razones: 1) los directivos industriales provienen principalmente de los campos de ventas, mercado y finanzas, con poca o nula educación en ciencia y tecnología?, mientras que la comunidad científica siente cierta desconfianza hacia las gentes de negocios, quienes son vistas con desdén y sospecha; 2) hay roces para reconciliar la baja o ausente pronóstico de los descubrimientos científicos con un marco estricto de programas tecnológicos, como se desea en las políticas de organización y dirección empresariales; 3) la tendencia a considerar que las actividades de I/D son totalmente lineales —estrictamente de investigación a desarrollo, a ingeniería, a producción y a ventas—,

WALID KURI-HARCUCH Es investigador titular del Departamento de Biología Celular. Fue vicepresidente de Operaciones y Desarrollo de Procesos en BioSurface Technology, Inc. de 1989 a 1993, y vicepresidente de

Investigación y Desarrollo en Pericor Science, Inc. de 2001 a 2003. Ambas son compañías biotecnológicas establecidas en Estados Unidos de América.



Danza del Hombre II (2006), carbón en papel, 60 x 45 cm



Señalando el firmamento (2000), pastel en papel, 42 x 59 cm

situación que no se conforma a la realidad, debido a la complejidad y a las ramificaciones que presenta la transferencia de una nueva tecnología hasta convertirla en un producto comercial.

Estas fuentes de frustración en ambas partes, —en los científicos y en los industriales— no han permitido hasta ahora el avance deseable para una rápida y eficiente cooperación entre la academia o la universidad y la industria, e inclusive dentro de una misma empresa que cuenta con diversos grados de investigación y desarrollo.

Aún más, muchas empresas consideran que los proyectos de I/D deben estar sujetos a un proceso de análisis financiero riguroso tomando en cuenta el valor neto presente, y la justificación con base en el retorno de la inversión. Esto es extremadamente difícil, especialmente en los proyectos dirigidos a la innovación significativa, lo cual es causa, en un gran número de empresas, de que la I/D sea primordialmente conservadora e incremental, resultando por ello en proyectos predecibles pero de un bajo impacto estratégico e innovador.

Por consiguiente hay gran necesidad de definir políticas de investigación y desarrollo, no solamente en las empresas, sino para estimular la cooperación entre las instituciones de investigación y la industria, facilitando así la relación entre ambos sectores y ciertamente evitando el debilitamiento de la investigación científica académica al promover dicha vinculación con las empresas. Es conveniente, con el fin de comprender mejor las posibilidades de cooperación, analizar las características de la I/D a la luz de las definiciones más recientes de estas actividades.

### Clases de I/D

Todos los sectores industriales están sometidos a una fuerte competencia, especialmente por la aceleración en el desarrollo y el cambio tecnológicos. La respuesta a este enorme reto para la industria no es solamente el gasto e inversión en I/D sino, aunado a este mayor gasto, la selección de proyectos de I/D de manera estratégica y eficiente. Esta decisión es muy compleja para las empresas y requiere un análisis cuidadoso de las tecnologías a desarrollar, su posible impacto, su posible costo aunque sea difícil de calcular, y su disponibilidad dentro y fuera de la empresa. Todo lo cual lleva a la identificación de las tecnologías y a una relación con las empresas o instituciones de investigación capaces de

llevar a cabo estas actividades con eficiencia. Esto requiere que los directivos empresariales y científicos, tanto de la empresa como de las instituciones de investigación, colaboren como socios para el establecimiento de las estrategias de I/D. Por las razones expuestas anteriormente, uno de los obstáculos más importantes para que esto se lleve al cabo es la distancia entre la cultura y la visión de la I/D que tienen los directivos empresariales y la comunidad científica.

Es importante definir lo que diversos grupos entienden por I/D. La investigación científica para los grupos académicos es la búsqueda sistemática de nuevos conocimientos sobre el universo, mientras que la tecnología es la aplicación del conocimiento científico para obtener resultados prácticos. La investigación industrial tiene los mismos objetivos en la búsqueda del conocimiento, pero la meta es su aplicación al desarrollo y a las necesidades de la empresa para crear nuevas plataformas tecnológicas o nuevos productos competitivos en el mercado global. Estas amplias definiciones han llevado a los expertos al planteamiento de tres tipos de investigación y desarrollo:<sup>2</sup>

1) Investigación incremental: Es una investigación detallada de los procesos de manufactura, control de calidad, etc. Tiene baja probabilidad para la generación de nuevas patentes pero es adecuada para la creación de los llamados "secretos industriales". Es necesaria en las empresas pero no es conveniente para la colaboración con los grupos académicos de investigación.

2) Investigación radical: Es una investigación que transita continuamente entre lo que comúnmente conocemos como "investigación básica y aplicada". Sus objetivos son más amplios que en la investigación incremental, ya que está dirigida al desarrollo de nuevos productos, y a la generación de nuevas patentes. Es una investigación altamente necesaria en las empresas, y puede ser la base para una adecuada colaboración con los grupos académicos de investigación, siempre y cuando se llegue a un acuerdo en los objetivos específicos a lograr.

3) Investigación fundamental: Es una investigación básica y a largo plazo, orientada a generar nuevos conocimientos, que pueden o no ser necesarios para el desarrollo de nuevos productos, plataformas tecnológicas y patentes con reivindicaciones muy amplias e importantes. Es necesaria, aunque no indispensable para las empresas, y es muy conveniente para la colaboración con grupos académicos.

La investigación científica para los grupos académicos es la búsqueda sistemática de nuevos conocimientos sobre el universo, mientras que la tecnología es la aplicación del conocimiento científico para obtener resultados prácticos.



Danza del Hombre I (2006), carbón en papel, 60 x 45 cm

Sería interesante considerar diversos mecanismos y políticas institucionales y nacionales tendientes a fomentar la cooperación entre la industria y las organizaciones académicas mexicanas, dirigidas especialmente a la estimulación de la investigación radical y fundamental.

## Oportunidades para la cooperación

Tomando en cuenta estas definiciones es posible plantear algunas oportunidades para la cooperación entre las instituciones académicas y la industria, que es el caso que nos ocupa en este escrito. A pesar de los obstáculos descritos más arriba, la colaboración entre estos dos tipos de organizaciones es cada día más frecuente en el mundo moderno, ya que responde a varios factores, tales como: la necesidad que enfrentan las instituciones académicas para la atracción de fondos adicionales a los obtenidos de los apoyos gubernamentales, que son insuficientes; que las gentes de negocios se están convenciendo del beneficio que encuentran en la relación con las instituciones académicas, ya que les ofrece acceso a grupos de expertos en las diferentes áreas del conocimiento universal más avanzado, lo cual representa grandes ventajas competitivas para las empresas participantes; el deseo y el impulso de los científicos para participar en actividades de emprendedores; el planteamiento, en las instituciones académicas, de nuevas políticas que permiten y estimulan esta colaboración a través de contratos con la industria, y que benefician tanto a las instituciones como a los investigadores participantes.

Es posible entonces proponer que, en el caso de México, es necesario estimular esta cooperación de manera importante, pero tomando en cuenta que en diversos campos de la investigación científica, aunque no en todos, la colaboración más productiva sería en la investigación radical y fundamental, ya que éstas son típicas de las actividades rutinarias de investigación en las instituciones académicas, y casi nulas o muy escasas en la empresas. La investigación incremental, como la definimos anteriormente, no parecería ser muy fructífera para esta colaboración debido a la lejanía de la mayoría de los académicos con las necesidades de mejoramiento de los procesos de manufactura, control de calidad, o de disminución de costos de operación, etc., que son grandes necesidades en las empresas. Sin llevar al cabo un análisis detallado de la situación en México, se podría intuir que muchas empresas nacionales tienden a comprar tecnología en vez de recurrir a la colaboración con las instituciones académicas de investigación científica del país, porque sus requerimientos principales son del tipo de

investigación incremental, y podría resultar más caro y más lento obtener los resultados a través de una colaboración de investigación incremental con los académicos. Esto podría explicar, en parte, los pocos casos, aunque exitosos, y algunos de ellos en el Cinvestav, que ha habido de colaboración entre las instituciones académicas y la industria en México.

Con base en lo anterior, sería interesante considerar diversos mecanismos y políticas institucionales y nacionales tendientes a fomentar la cooperación entre la industria y las organizaciones académicas mexicanas, dirigidas especialmente a la estimulación de la investigación radical y fundamental. Esto parecería tener una alta posibilidad de éxito, ya que permitiría situaciones de beneficio para ambos sectores sin la merma o distracción de los científicos académicos de las actividades de investigación que mejor dominan, y quienes de otra manera podrían verse envueltos en proyectos de investigación incremental que no son parte de su principal interés, y para los cuales no tienen los conocimientos y el entrenamiento necesarios para alcanzar las metas de manera eficiente, y al muy corto plazo, como lo demandan las empresas, y con razón, para el mejoramiento de sus procesos de operación.

Por otra parte, es importante mencionar que un factor necesario para el éxito en la cooperación entre las instituciones académicas y la industria en proyectos de investigación radical y fundamental, o inclusive incremental si es el caso, es que en las instituciones académicas se establezcan políticas de vinculación y transferencia tecnológica que permitan este tipo de trabajo. Y no solamente que no lo penalicen, sino que también lo incentiven a través de políticas explícitas que apoyen la atracción de beneficios económicos a través del licenciamiento de patentes, de tecnologías no patentables, etc., para la institución, para el grupo y su investigación, y para los investigadores participantes a nivel personal. Esto no es nada extraño; simplemente sucede todos los días en los países del mundo desarrollado, con grandes beneficios para todos, y sin desviar o debilitar la investigación básica y la generación de nuevos conocimientos y recursos humanos a nivel de post-grado, tan necesarios para un país. Si esto ya es rutinario en otros países, también debe ser posible en México. ●

## [Referencias]

- <sup>1</sup> Roussel, P.A., Saad, K.N., Erickson, T.J., *Foreword*, En: *Third Generation R&D, Managing the Link to Corporate Strategy*, Harvard Business School Press, Boston, 1991, pp. IX-X.
- <sup>2</sup> *Op. cit.*, cap. 2, What are: Technology? Research? Development?, pp. 15-17.

# Generic medicines and the question of the similar

Mexico is currently Latin America's largest and fastest-growing pharmaceutical market, with total sales in 2003 estimated at \$8.2 billion U.S. dollars. *Farmacias Similares* and other discount chains are now making inroads into that market, a fact which has prompted concerted resistance from the transnational industry and its trade representatives in Mexico.

Cori Hayden

Foto: Carolina Rodríguez

The newly visible market for generic medicines in Mexico, and particularly, the rapid growth of the now-ubiquitous pharmacy chain *Farmacias Similares*, provokes important questions both for pharmaceutical politics and for the social studies of science, technology, and medicine. Mexico is currently Latin America's largest and fastest-growing pharmaceutical market, with total sales in 2003 estimated at \$8.2 billion U.S. dollars (Espicom Business Intelligence, 2003). *Farmacias Similares* and other discount chains are now making inroads into that market, a fact which has prompted concerted resistance from the transnational industry and its trade representatives in Mexico. *Farmacias Similares* are the centerpiece of a rapidly growing web of organizations and associations overseen by recently-declared presidential candidate Víctor González Torres, whose enterprises include not only the increasingly lucrative pharmacy chain and his own generics

company (*Laboratorios Best*), but also the crusading National Movement Against Corruption (*MNA*) which is currently targeting the *Seguro Social*; the non-profit social assistance organization *Fundación Best*; and an umbrella group overseeing these and several other affiliated organizations, which goes by the name of *Grupo por un País Mejor*. One might argue, perhaps, that González Torres is attempting to establish a parallel health care system to that provided by the state: for, alongside the *Farmacias*, he has established over 1,000 low-cost health clinics, primarily in *barrios populares*, as well as a new health plan (the *SimiSeguro*) which seems designed to compete directly with the federal government's own *Seguro Popular* (a plan that seeks to extend health coverage to those left out of the main public sector institutions, eschewing the language of "citizens" who have a right to health care in favor of the notion of consumers who bear "individual

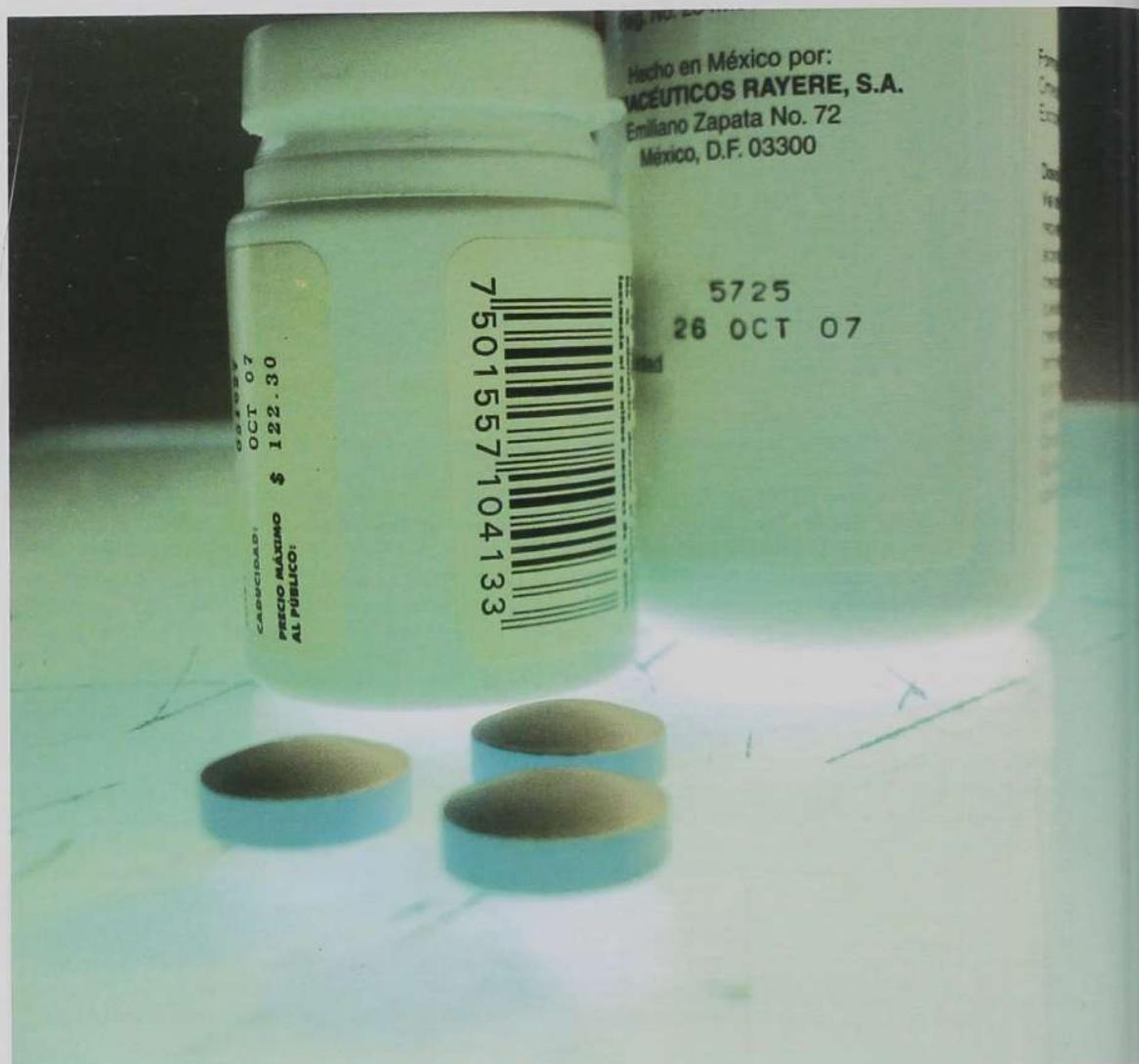
CORI HAYDEN Profesora de Antropología de la Universidad de California, Berkeley. Licenciada en Antropología por la Universidad de Virginia y maestra y doctora por la Universidad de California, Santa Cruz. Sus líneas de investigación incluyen la antropología de las ciencias biológicas, la política farmacéutica, y los estudios culturales y sociales de la propiedad intelectual. Sus publicaciones más recientes son: *When Nature Goes*

*Public: The Making and Unmaking of Bioprospecting in Mexico* (Princeton University Press, 2003), "Benefit-sharing: experiments in governance" (en Rishab Ghosh, ed. CODE: Collaborative Ownership and the Digital Economy. MIT Press, 2005), y "From Market to Market: Bioprospecting's Idioms of Inclusion" (*American Ethnologist* 30 (3):359-371).



Some of the drugs sold by Similares are manufactured by Laboratorios Best, which, like other generics companies, purchases active substances from suppliers (domestic and foreign) and assembles and packages the drugs in their own factories, adding their own brand-name

In 1997 and 1998, following several years of drug supply problems within IMSS and relatively unchecked increases in the costs of the patented drugs on sale in most pharmacies, the Secretary of Health (Secretaría de Salud) opened the way for such a development by embarking on a series of efforts to stimulate a broader demand for, and supply of, cheaper pharmaceutical alternatives beyond the Seguro Social and other public institutions.



responsibility" for the consumption of health services). With his own forays into the provision of health care, González Torres has, undoubtedly, become an important player in what may well be a reconfiguration of pharmaceutical and health politics in Mexico.

At the center of the self-declared Simi revolution is an understanding of the "those who have the least" not just as an "underserved population," but as an untapped market (and, it might seem, as a potential electoral base). A key factor in this move, in turn, is the proliferation of cheaper copies of name-brand pharmaceuticals, known and sold variously as *similares*, *genéricos*, and *genéricos intercambiables*. The differences between these terms are important, as will be discussed below, but in broad terms generics can be defined as copies of drugs based on the same active substance as the patented, name-brand "original." For example, Schering-Plough's antihistamine Clarityne<sup>®</sup> is based on the molecule or active substance Loratadina; once the patent on Clarityne<sup>®</sup> expires<sup>1</sup> any company can manufacture and market its own drug using Loratadina, which can be purchased from a wide range of suppliers across the world. Dr. Simi is certainly not the only purveyor of such cheaper medicines in Mexico. Many other chains such as *Farmacias del Ahorro* and *Farmacias de Dios* as well as smaller corner pharmacies now stock generic drugs alongside their brand-name counterparts. But arguably it has been the *Similares* enterprise — and their increasingly familiar refrain, "Lo mismo pero más barato!" — which has done the most to popularize the idea that a medication can have a cheaper, generic substitute. (For example, a widely prescribed hypertension medicine that sells for roughly

300 pesos/month in its original, branded form is available from *Similares* for 30 pesos/month).

### A new market?

The owner of *Farmacias Similares*, Víctor González Torres, is among other things the great grandson of the founder of *Laboratorios Best*, a company that was established in the 1950s to manufacture generics for sale to the *Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS)* and the other public sector health services.<sup>2</sup> In fact, from the 1950s until very recently, the public sector was the lifeblood of the small generics industry in Mexico, which currently consists of approximately 50 small-to-medium-sized companies.<sup>3</sup> After González Torres took over leadership of *Laboratorios Best*, he started his own transport and packaging companies for *Best* products. In 1997, he announced the opening of the first branch of his *Farmacias Similares* — a chain that would sell only copied drugs. It was a novel commercial strategy; at that time, the vast majority of drugs on sale in private pharmacies were patented, name-brand medications, and in fact 90% of the value of the Mexican pharmaceutical market was generated by the sale of brand-name medicines. Some of the drugs sold by *Similares* are manufactured by *Laboratorios Best*, which, like other generics companies, purchases active substances from suppliers (domestic and foreign) and assembles and packages the drugs in their own factories, adding their own brand-name (for example, "Bestafen" is *Best's* brand of ibuprofen). In 2004, 50 of the roughly 300 medicines sold in *Farmacias Similares* were produced by their own *Laboratorios Best*; the



pharmacy chain purchases the rest of its inventory from other generics companies, both Mexican and foreign.

The arrival of *Farmacias Similares* in 1997 was not, of course, an isolated event. In 1997 and 1998, following several years of drug supply problems within IMSS and relatively unchecked increases in the costs of the patented drugs on sale in most pharmacies, the Secretary of Health (*Secretaría de Salud*) opened the way for such a development by embarking on a series of efforts to stimulate a broader demand for, and supply of, cheaper pharmaceutical alternatives beyond the *Seguro Social* and other public institutions. This multi-pronged effort has included public education and advertising campaigns and a new prescription decree that required, starting on January 1, 1998, that public sector physicians name the active substance of the drug in a prescription, rather than simply prescribing a brand name. This may seem like a minor intervention, but as UAM-Ixtapalapa pharmaco-economist Raúl Molina Salazar has noted, when you change prescription practices you actually start breaking

monopolies.<sup>4</sup> Argentine economists described a similar policy in that country in 2002 as a direct challenge to neoliberal or deregulationist prescription policies (Tobar and Godoy Garraza, 2003). And in fact this question has implications for medical education itself; at least one of Mexico's leading university pharmacology departments is now re-emphasizing basic pharmacology and encouraging medical students to think beyond the brand names that are peddled to them in relentless visits from transnational drug company representatives (see also Lakoff, 2004 on Argentina).

### The similar and the "Similar"

Significantly, the government has also established new regulatory categories and testing regimes through which to manage the domain of the pharmaceutical copy. We might ask, now, what do the terms "similar", "the same", and "the generic" convey? They are, it must be emphasized, *not* simply different or vernacular names for the same thing. Initially, regulatory provisions spoke of *medicamentos genéricos* (those packaged for the

Dr. Simi's flagship enterprise now faces the unenviable task of insisting that the main product they sell, under an increasingly well known name, does not actually exist. "Similares" is a commercial name — the name of their chain — but they argue that they do not produce "similar" medicines.

public sector and labeled only with the name of the active substance, a presentation familiar to anyone who has received medicines from the *Seguro Social*) and *genéricos de marca* (branded generics: those labeled with a generics' company's own brand name, for sale to the wider public through pharmacy chains, such as *Farmacias Similares'* own Bestafen (ibuprofen)). But recently, yet another regulatory category has come into circulation: the interchangeable generic (*genérico intercambiable, or GI*); that which meets strict tests for "bioequivalence." This label for "the same" requires not only that the drug contain the same active substance as its patented counterpart, but that it be absorbed by human bodies in the same way, and at the same rate as the original. (This absorption rate is its "bioavailability" or *biodisponibilidad*). Bioequivalence (*bioequivalencia*) is expensive to prove (the cost is roughly \$100,000 per product), requiring a double-blind clinical trial in 24 healthy patients over 3 months. It thus also requires authorized institutions (*terceros autorizados*) such as hospitals to be available to conduct such tests. Simple

*medicamentos genéricos* do not require this kind of testing, nor, by implication, do they require the mobilization of these new institutional and infrastructural linkages.<sup>5</sup>

Where does the ascendance of the *GI* as a category leave the "similar?" Many people in Mexico talk about "similar" as a *kind* of drug, and many smaller pharmacies, alert to the growing commercial success of Dr. Simi, advertise that they, too, sell "*medicamentos similares*." And in fact the *Secretaría de Salud* (Ministry of Health) has implicitly endorsed this category by allowing medicines to be marketed under such a name. But *Farmacias Similares* and *Laboratorios Best* associates are not particularly happy with this development, for a few reasons. First, and ironically, given that they are making a hefty profit on copied drugs, they now complain about the pirates who plague *them* (such as the storefront in a small town outside of Toluca, sporting the hand-painted sign, "*Farmacias Similares*").

But, more broadly, *Similares* associates might find reason to regret their initial inspiration regarding the name of their pharmacy chain. They now find

The question of what might count as “the same” or “lo mismo,” in Similares’ terms, has emerged as a matter of enormous popular, regulatory, economic, and political interest, and it has opened up an even more basic, previously “black-boxed” question as a newly popular topic of conversation

themselves trying, at every opportunity, to differentiate the *Similar* brand from the idea of the merely similar, insisting in interviews and in public symposia that there is actually no such thing as a “similar” drug. Certainly, this is true in regulatory terms: there is no official regulatory category or testing regime for “similar.” But many people familiar with the science of pharmacology will argue that there is a quasi-technical definition of a “similar drug”: it is one that has the same biological activity as a patented original (for example, an anti-inflammatory drug such as Advil) but that is not based on the same active compound.<sup>6</sup> Victor González Torres insists that the products he sells in his pharmacies (again, either produced by Best or purchased from other generics companies) are based on the same compounds as the patented originals, and indeed a growing number of products on *Similares*’ shelves do actually bear the label of *Genérico Intercambiable (GI)*. But this fact has not protected the chain from the effects of an intriguing self-inflicted wound. Dr. Simi’s flagship enterprise now faces the unenviable task of insisting that the main product they sell, under an increasingly well known name, does not actually exist. “*Similares*” is a commercial name – the name of their chain – but they argue that they do not produce “similar” medicines. As the chief chemist for *Laboratorios Best* told me in a 2004 interview,

“Now everyone says we sell *medicamentos similares* ... it’s not true! They’re branded medicines, made by national laboratories.” (*Son medicamentos de marca, fabricados por laboratorios nacionales*).

### Generics and the social studies of science and technology

These entwined concerns about the definition and viability of the generic, the similar, and the national raise interesting questions for this special journal issue devoted to research and development. For at stake with generics is not, precisely, “novel” research and development nor the related question of *vinculación* (linkages) between basic research and the industrial sector, but rather the manufacture, distribution, and sale of copies. And yet, the question of the “viability” of the copied drug – and, by extension, of a domestic generics industry – brings us directly to the question of Mexico’s scientific and technical networks (see Bueno and Santos, 2003), and the relationship between a domestic pharmaceutical sector and transnational developments revolving around the often competing poles of public health and “free trade” (González Luna, 2004). From the point of view of the social studies of science and technology, a number of issues can be highlighted here.



1. Opening the 'black box' of the pharmaceutical.

The question of what might count as "the same" or "lo mismo," in *Similares'* terms, has emerged as a matter of enormous popular, regulatory, economic, and political interest, and it has opened up an even more basic, previously "black-boxed" question as a newly popular topic of conversation: of what, precisely, does a pharmaceutical consist? How can a drug really be "the same" and still be 70% cheaper than its branded counterpart? (Conversely, to ask the political-economic question, what exactly accounts for the high cost/"value" of a brand?) Moreover, as science studies scholars might ask, what regimes of testing, knowledge production, and legitimation (such as those required for GI designation) are coming to life in these ongoing debates over the legitimacy of different actors within the pharmaceutical sector?

2. Pharmaceutical research and development as a project of "the nation."

*Farmacias Similares* and the broader shifts of which they are a part must also be seen in light of a century-long history of efforts within Mexico to create a viable domestic pharmaceutical research, development, and manufacturing sector. Keeping in mind the rich body of social science and historical work on the *Instituto Médico Nacional (IMN)* at the turn of the 20th century (Cházaro,

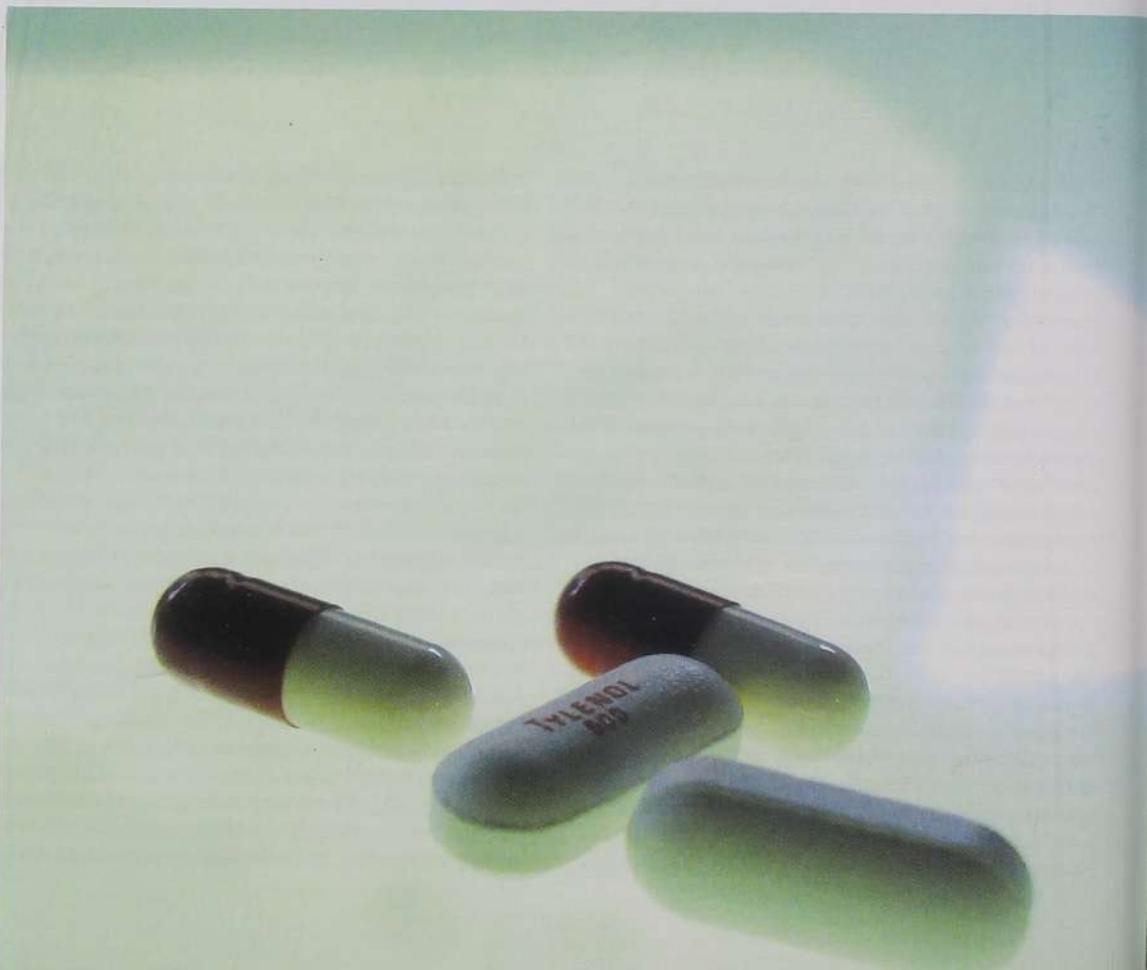
2000-2001; Hersch Martínez, 2000), or President Luis Echeverría's efforts to promote national pharmaceutical self-sufficiency in the mid-1970s (Lozoya, 1976; Soto Laveaga, 2003), we might note that the *Similares* project has tapped into — but also radically transformed — an illustrious history of pharmaceutical nationalism in Mexico. In the mid 1970s, for example, Luis Echeverría's efforts to shore up a fracturing body politic made the state a key source of support for science and technology, and the main protagonist in a series of efforts to reinvigorate an authentically Mexican pharmaceutical sector. Appeals to *lo nacional* have been an important rallying cry for *Farmacias Similares*, whose early publicity schemes emphasized that Mexican companies can indeed produce high quality drugs, and that the nation can thus break foreign companies' grip over the health of the "pueblo mexicano."

3. *The state and the market, or, the public and the private*  
But González Torres' own brand of pharmaceutical nationalism differs very strongly from previous, state-led efforts in Mexico. González Torres, whose generics company once survived solely on sales to the public sector, now refuses to sell any medicines to the *Seguro Social*, while he calls on the private sector and a growing web of "civil society" organizations (many of which are of his own making), to do the work of providing health

care to "those who have the least." As we might glean from his self-description — "*I'm Che Guevara in a Mercedes!*" — González Torres is explicitly leading a businessman's revolution, one that he is now actively exporting to Guatemala, Costa Rica, Argentina, and elsewhere in Latin America.

Indeed while Dr. Simi makes appearances across the Americas, it is worth noting that the politics of the generic is not everywhere the same. Perhaps the strongest contrast is that which can be seen between Mexico's private sector-led generics revolution and the widely-hailed efforts in Brazil to ensure universal access to HIV/AIDS medicines since the mid-1990s, in which a strong, state-run biomedical sector and generics industry have played an important role. The Brazilian model suggests how generics may be part of a re-assertion of an enterprising state's notion of public health against prevailing transnational trade and intellectual property regimes (Biehl, 2004; Molina Salazar, Rivas Vilchis, and Escobar, 2003). In contrast, in Mexico, and certainly in the hands of Dr. Simi, generic

drugs seem to be part of an ongoing privatization of health care, in which the burden of medication costs shifts ever further towards individual consumers, and particularly the poor. This is the population, reconfigured as a "market," for which Dr. Simi and the federal government's *Seguro Popular* seem, in fact, to be competing. In the generics/Simi wars we see a powerful battle afoot not just or even primarily between "transnational" (private) and "national" (public) interests, but simultaneously between embattled public sector health institutions and an increasingly powerful and arguably populist consumerism. With Echeverría's 1970s Mexico, Díaz's *Instituto Médico Nacional*, and even post-1996 Brazil in mind, we should not be surprised that core questions over belonging, social exclusion, and the consolidation of national techno-scientific infrastructures should be waged through the politics of the pharmaceutical. But as Víctor González Torres and his alter ego, Dr. Simi, shows us all too vividly, we would do well not to assume too much about the shape that this pharmaceutical politics might take. ●



## [Bibliography]

- Biehl, Joao. 2004. "The Activist State: Global Pharmaceuticals, AIDS, and Citizenship in Brazil." *Social Text* 22 (3):105-132.
- Bueno, Carmen and María Josefa Santos, coords. 2003. *Nuevas tecnologías y cultura*. México, DF: Universidad Iberoamericana.
- Cházaro, Laura. 2001/2002. "La fisioantropometría de la respiración en las alturas, un debate por la patria." *Ciencias* 60-61: 37-56. Special Issue: *La Imagen de los Indígenas en la Ciencia*. Mexico City: UNAM.
- Espicom Business Intelligence Limited. 2003. *World Pharmaceutical Markets Series, Report on Mexico*: April 11.
- González Luna M., Sergio. 2004. *Los medicamentos genéricos: un acierto patente. Innovación y libre competencia en la industria farmacéutica nacional*. México DF: Editorial Porrúa.
- Hersch Martínez, Paul. 2000. *Plantas medicinales: relato de una posibilidad confiscada*. México DF: Instituto Nacional de Antropología e Historia. Serie Antropología Social.
- Lakoff, Andrew. 2004. "The Private Life of Numbers: Audit firms and the Government of Expertise in Post-Welfare Argentina," in Stephen Collier and Aihwa Ong, eds. *Global Assemblages: Governmentality, Technology, Ethics*. New York: Blackwell.
- Lozoya, Xavier. 1976. El Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales. A.C. (IMEPLAM). In *Estado Actual del Conocimiento en Plantas Medicinales de México*, edited by Xavier Lozoya and Carlos Zolla, 243-255. México, D.F., Folios.
- Molina Salazar, Raúl, José F. Rivas Vilchis, and Ma. de los Angeles Escobar. 2003. "Financiamiento y acceso al tratamiento del VIH/SIDA: el caso de Brasil y México." In José F. Rivas Vilchis and Raúl Molina Salazar, eds., *Políticas Farmacéuticas y Estudios de Actualización de Medicamentos en Latinoamérica*, pp. 75-92. Organización Mundial de la Salud, Fundación Oswaldo Cruz, and the Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Molina Salazar, Raúl, José F. Rivas Vilchis, and Rubén Román Ramos. 2003. "Industria farmacéutica mundial: principales características." In José F. Rivas Vilchis and Raúl Molina Salazar, eds., *Políticas Farmacéuticas y Estudios de Actualización de Medicamentos en Latinoamérica*, pp. 11-26. Organización Mundial de la Salud, Fundación Oswaldo Cruz, and the Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Soto Laveaga, Gabriela. 2003. "Steroid Hormones and Social Relations in Oaxaca," in Casey Walsh, Elizabeth Emma Ferry, Gabriela Soto Laveaga, Paola Sesia, and Sarah Hill, *The Social Relations of Mexican Commodities: Power, Production, and Place*, pp. 55-79. La Jolla, California: Center for U.S.-Mexican Studies.
- Tobar, Federico and Lucas Godoy Garraza. 2003. "Políticas para mejorar el acceso a los medicamentos. Notas desde el caso argentino." In José F. Rivas Vilchis and Raúl Molina Salazar, eds., *Políticas Farmacéuticas y Estudios de Actualización de Medicamentos en Latinoamérica*, pp. 75-92, pp. 27-40. Organización Mundial de la Salud, Fundación Oswaldo Cruz, and the Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

## [Notes]

- <sup>1</sup> The period of monopoly protection is twenty years according to the terms of Mexico's entry into the TLC/NAFTA.
- <sup>2</sup> The González Torres family is illustrious on more fronts than one: one of Victor's brothers is the founder of the Green Party of Mexico, and another sibling was the founder of a competing pharmacy chain, *Farmacias del Ahorro*.
- <sup>3</sup> Patricia Facci, interview, 25 July 2005.
- <sup>4</sup> Interview, March 3, 2004.
- <sup>5</sup> The GI is not simply a straightforward matter of "quality" and biomedically-validated markers for guaranteeing consumer safety. As science studies scholars have long argued, viability, quality, and "robustness" are simultaneously technical and political/social issues, and the category of the GI is no exception. Its institutionalization is something for which the transnational industry trade associations have militated (not only in Mexico but across Latin America), in part, some argue in Mexico, as an added and costly gatekeeping barrier to pharmaceutical legitimacy for smaller domestic companies.
- <sup>6</sup> Jaime Tortoriello, interview, February 17, 2004.



Jardin de cebras (2004), técnica mixta sobre plástico, 27 x 39 cm

# Los olvidados por la educación científica y tecnológica

¿Cómo instruir en estas materias a funcionarios públicos, empresarios y profesionales de la información?

Eugenio Frixione

## ¿Mundos aparte?

Con excepción de los políticos, sin duda los académicos superamos a otros gremios en hacer cuanto podemos, e incluso más, para instruir e informar de continuo a otros acerca de nuestras propias actividades y objetivos profesionales. Presas de un infatigable celo educativo ejercitamos este deber en todas partes para beneficio de jóvenes profesionales, adolescentes, niños y público general, aparte de difundir los resultados de nuestro trabajo entre colegas y de rendir cuentas periódicas a diversas autoridades sobre qué nos proponemos hacer, qué hicimos y qué no hicimos.

**EUGENIO FRIXIONE GARDUÑO** Ha sido investigador titular en el Departamento de Biología Celular y en el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del **Cinvestav**, donde dirigió investigación experimental sobre diversos mecanismos de motilidad celular entre 1981 y 2004. A partir de 2005 es miembro de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia de la misma institución, donde trabaja sobre problemas de historia y prospectiva del conocimiento en biología. Es coeditor del libro *Temas Selectos de*

En este frenesí comunicativo sólo dejamos sistemáticamente de lado a quienes con mayor frecuencia acusamos de desinterés, incompreensión, traición y otras formas de abandono, es decir, funcionarios públicos, empresarios y periodistas. Reprochamos a los primeros y a los segundos que no apoyen la investigación con una inversión suficiente y atinada de recursos, y que no busquen a su vez apoyo en los conocimientos que la ciencia produce para la solución de toda suerte de problemas<sup>1</sup>. Protestamos contra los terceros por la escasa o nula atención que se concede a la ciencia en los medios de difusión masiva, y

*Biología Celular* (**Cinvestav**, 1986), coautor de *Máquinas Vivientes - ¿Cómo se mueven las células?* (Fondo de Cultura Económica, 1996), y autor de *De motu proprio - Una historia de la fisiología del movimiento* (Siglo XXI, 2000). Fue Director Editorial de la revista *Ciencia y Desarrollo*, que publica el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y forma parte del Consejo Editorial de *Cinvestav*, la revista de difusión de ciencia y tecnología (antes *Avance y Perspectiva*) que publica la institución del mismo nombre.

La ciencia es y será cada día más difícil y ramificada, pero por lo mismo reclama también cada vez más espacio en la vida cotidiana, y se vuelve por lo tanto más crítico para el ciudadano común comprender el mundo con una perspectiva científica.



Mecanismo del pensamiento (2000), técnica mixta sobre acrílico, 89 x 81 cm

por el descuido del rigor conceptual cuando alguna vez la incluyen por azar en sus programaciones. Censuramos en todos ellos su indiferencia manifiesta por el más audaz y decisivo de los proyectos humanos, aquel que está determinando la partición de los países en productores o únicamente consumidores de conocimiento, con las consecuencias económicas, sociales y culturales que puedan resultar a mediano y largo plazos de esta miopía colectiva.

Una revisión sumaria de los intentos para promover un acercamiento de los académicos con estos influyentes actores de la escena nacional revela una historia de ceremonias fugaces y reverencias recíprocas,

intercambios de discursos edificantes, declaraciones de intención, y en ocasiones convenios de cooperación cuyo cumplimiento rara vez se lleva a la práctica en forma significativa y perdurable. Se celebran mesas redondas, coloquios o "foros" con participación tripartita de funcionarios, empresarios y "líderes" académicos, todos los cuales siguen agendas tan rígidas que difícilmente pueden asistir a las sesiones completas de una sola de estas jornadas, menos aún supervisar el seguimiento necesario de los acuerdos ahí alcanzados. Por lo común no se conservan siquiera resúmenes de estos encuentros, o los mismos aparecen con tanto retraso que para entonces han cambiado ya los titulares

de algunos de los organismos participantes. El Conacyt y algunas instituciones de investigación han creado dependencias destinadas a fomentar la vinculación de los académicos con el llamado "sector productivo", y cuentan con algunos casos exitosos de transferencia tecnológica, pero sin que hasta ahora se haya registrado un crecimiento sostenido en la articulación de ambos frentes.<sup>2</sup>

En lo que atañe a los periodistas, no faltan quienes heroicamente cubren las fuentes nacionales de ciencia y tecnología, a pesar del lugar secundario que en general asignan sus respectivos editores a tales contribuciones. Sin embargo, esas notas son en su mayoría de carácter político, más que de contenido propiamente científico o tecnológico; y cuando se trata de esto último, los autores se limitan a servir como entrevistadores o actúan como meros conductores en transmisiones de diálogos con investigadores. Y no es raro que estos últimos rehúsen la entrevista por temor a que sus declaraciones se vean distorsionadas por la pluma de un reportero que no comprendió bien lo que escuchaba, o por los interlocutores de la mesa de discusión a la que fueron invitados. Salvo la honrosa excepción proverbial, es prácticamente desconocida en nuestro medio la figura del articulista o analista en materia científica y tecnológica, del especialista equivalente a quienes examinan y explican con regularidad a la opinión pública cuestiones de política, economía, finanzas, deportes o las diversas manifestaciones artísticas. Esta penuria de revisiones instructivas acerca del acontecer científico es quizás la carencia que con más claridad distingue a las buenas publicaciones de la prensa nacional con respecto a revistas como *Time* o *Newsweek*, para citar sólo un par de ejemplos bien conocidos.

Pudiera argüirse aquí que esta aparente imposibilidad para un diálogo verdadero de los académicos con los informadores, los empresarios y los funcionarios refleja simplemente una separación real entre sus respectivas esferas de acción. Diríase que se trata de mundos aparte sin una vinculación estructural efectiva. La ciencia académica no resuelve problemas industriales o sociales, no incide sobre el rumbo del país ni divierte, y por consiguiente tampoco es noticia, en particular en las naciones en vías de desarrollo. Es cierto que la educación superior es importante y corresponde a los académicos atenderla. Colmémosles pues de honores y démosles los elementos necesarios para que gocen con las investigaciones que prefieran, a



Coulliac (2000), técnica mixta sobre acrílico, 115 x 90 cm

cambio de esta labor docente. Tengámosles contentos por si acaso aparece algún asuntillo técnico para el cual convenga solicitar la opinión de un perito libresco. Pero, por favor, no pretendamos involucrar sabios distraídos en las decisiones corporativas o en la marcha de las políticas públicas.

### La cultura científica en la sociedad tecnológica

No obstante, cabe preguntarse durante cuánto tiempo más podrá ser todavía creíble esta ingenua postura en la sociedad tecnológica. La ciencia es y será cada día más difícil y ramificada, pero por lo mismo reclama también cada vez más espacio en la vida cotidiana, y se vuelve por lo tanto más crítico para el ciudadano común comprender el mundo con una perspectiva científica. Decisiones tan personales como qué comer o cómo reproducirse, antes consideradas naturales y espontáneas, están hoy viéndose afectadas por las opciones que provee la disponibilidad de alimentos transgénicos y de métodos alternativos de fertilización y gestación. Las preferencias de los consumidores ante estos dilemas no sólo han alterado ya las relaciones comerciales intercontinentales, sino que además ejercen sobre las cámaras legislativas presiones de cuyo desenlace puede depender la continuidad de costumbres y tradiciones, o la estabilidad de creencias religiosas, y en consecuencia el ánimo de los votantes en las urnas electorales. Otro tanto puede decirse acerca de las disyuntivas en torno al aprovechamiento de diferentes fuentes de energía, al uso de materiales artificiales no degradables, o a la prolongación de la vida individual mediante recursos instrumentales.

En otro ángulo, el desarrollo explosivo de la informática y las telecomunicaciones ha eliminado cadenas enteras de intermediarios en muchas redes distributivas y ha vuelto casi imposible la censura, con los correspondientes efectos sobre las economías nacionales y sobre la percepción colectiva de autoridades



Origen del fullereño (2000), técnica mixta sobre acrílico, 89 x 81 cm

de todas clases. Al mismo tiempo, está también abriendo fracturas irreducibles entre quienes pueden o no seguir el ritmo en el manejo ágil de los nuevos medios, con imprevisibles consecuencias sociológicas.

Lo único previsible es que cada día será más costoso—en el ámbito personal, empresarial y nacional—desentenderse de comprender al menos en términos generales la ciencia y sus productos. La cultura científica no será más un mero ornamento de sobremesa para el lego, sino una condición para la adaptación al medio circundante. La ignorancia del significado de las palabras “clonación” o “fullerenos”, por ejemplo, basta hoy para marginar a cualquiera de una conversación relativamente trivial. Sin una brújula conceptual y una terminología básica tampoco es posible ya acceder con provecho a la riqueza documental que ofrece Internet. Los propios académicos están viéndose obligados a familiarizarse y mantenerse al día con novedades emergentes en otras disciplinas. En adelante no será ya suficiente para los dirigentes de toda índole, como en el pasado, contar con asesores expertos en tal o cual frente tecnológico. Aun para la interacción eficiente con éstos se requerirá de cierto dominio individual de nociones teóricas, así como poseer un glosario técnico mínimo pero en perpetua renovación y expansión.

En este contexto es de esperar, que las probabilidades de un ejecutivo para ascender en el organigrama de una compañía farmacéutica transnacional aumenten en la medida que pueda demostrar mejores conocimientos que sus rivales acerca de las principales directrices en turno en la investigación biomédica. Asimismo, el juicio de un accionista sobre opciones de inversión en alta tecnología se agudizará sin duda mediante consideraciones de sus potenciales relativos a partir de una buena comprensión de las respectivas bases científicas. Un subdirector técnico en las secretarías de Energía o de Recursos Naturales, en Pemex e incluso en el propio Conacyt, tendrá quizá más oportunidad de

promoverse al cargo inmediato superior si es capaz de alternar a buen nivel con interlocutores expertos en diferentes especialidades. Un periodista que posea una visión panorámica del desarrollo científico global en diversas áreas estará mejor capacitado para plantear preguntas claves a los académicos, y redactar entonces artículos de fondo apreciados por los suscriptores de medios impresos, o bien para conducir entrevistas sagaces que sean sintonizadas por los teleauditorios.

Nada de lo anterior es absolutamente inédito, pues en alguna medida ha sido siempre parte de la vivencia del “progreso” en el mundo moderno. Lo novedoso ahora es de orden cuantitativo: la inusitada tasa de aceleración de cambios múltiples, sumada al creciente grado de complejidad y a la profundidad de permeación de la tecnología de vanguardia en la sociedad.<sup>3</sup> La necesidad de información científica confiable, oportuna y sistematizada irá seguramente en aumento, sobre todo para quienes asuman los cargos de mayor responsabilidad técnica en los sectores público y privado. En paralelo, el escaso tiempo disponible para documentarse provechosamente al respecto continuará sin duda disminuyendo en forma progresiva. En otras palabras, a fin de mantenerse competitivo o al menos relativamente funcional, será preciso aprender materias cada día más complejas en periodos cada vez más breves. Esto constituye un formidable reto educativo. Pero por fortuna ésta es precisamente la especialidad de los académicos, entre quienes se encuentran además los expertos en tales contenidos.

### Investigación educativa *ad hoc*

Quizá no sea un esfuerzo inútil, por consiguiente, estimar la demanda de instrucción compacta y didáctica, internamente articulada, en ciencias y tecnologías de punta para directivos y comunicadores de alto nivel. Existen algunos antecedentes que así lo sugieren. Avezados gerentes de grandes compañías, con licenciaturas en administración u otras carreras universitarias y largos años de experiencia en la conducción de sus respectivos negocios, acuden con puntualidad a presentar exámenes de admisión, cubren después cuantiosas cuotas de colegiatura, comprimen todavía más sus apretadas agendas diarias, y sacrifican muchas noches y fines de semana en familia con el firme propósito de aprender algo que supuestamente ya saben al dedillo, hasta graduarse como Maestros en Alta Dirección de Empresas. Otros más asisten con regularidad a seminarios y cursos breves sobre, por

La cultura científica no será más un mero ornamento de sobremesa para el lego, sino una condición para la adaptación al medio circundante. La ignorancia del significado de las palabras “clonación” o “fullerenos”, por ejemplo, basta hoy para marginar a cualquiera de una conversación relativamente trivial.

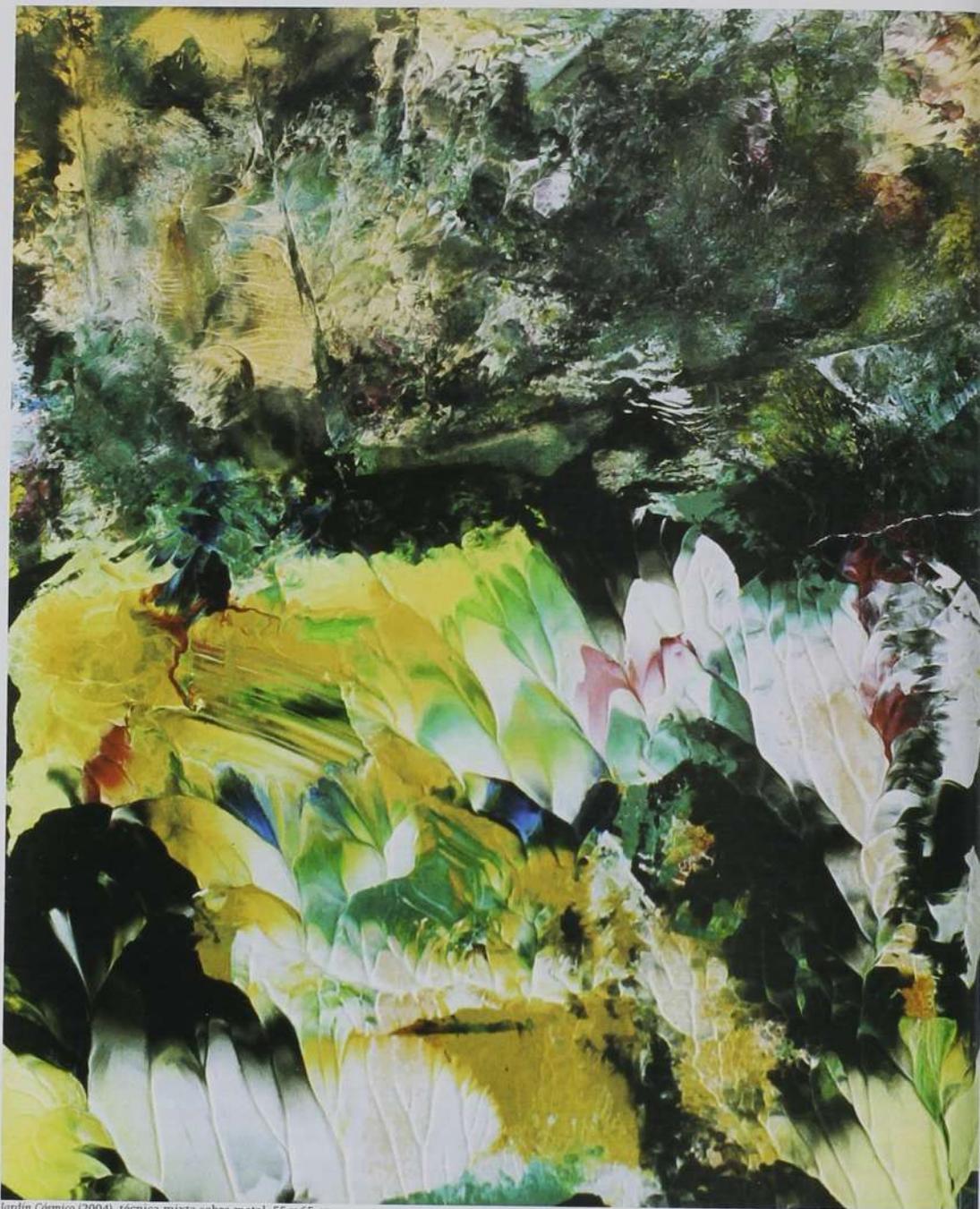


Octaviano I (2000), técnica mixta sobre acrílico, 89 x 81 cm

ejemplo, ingeniería de personal o matemáticas financieras. Cuando la capacitación buscada no está disponible en el país, ni siquiera de manera ocasional en las muy esperadas y concurridas series de lecciones a cargo de famosos conferencistas itinerantes, los atareados ejecutivos dejan temporalmente sus oficinas en manos de subalternos o sustitutos, y viajan por varias semanas al extranjero con el fin de acreditar los cursos necesarios.

Bien pudiera imaginarse entonces un Programa Intensivo de Actualización Científica y Tecnológica<sup>4</sup> dirigido expresamente a ejecutivos, funcionarios públicos y profesionales de la información. Los

candidatos deberían tener un título de licenciatura con cierto promedio mínimo, aprobar un examen de admisión y cubrir por adelantado el pago de cuotas de inscripción y colegiatura, así como el costo de materiales didácticos de uso personal creados expresamente para el programa, aparte de firmar el compromiso de asistir a un porcentaje mínimo de las sesiones a fin de no perder su sitio en el grupo sin derecho a reembolso. Los interesados inscritos asistirían a conferencias magistrales y a una batería de cursos formales impartidos por reconocidos expertos nacionales y extranjeros en temas de frontera tales como, por ejemplo, nuevos materiales, nanotecnología,



*Jardín Cósmico* (2004), técnica mixta sobre metal, 55 x 65 cm

Sobra decir que esta modalidad de educación científica, aparte de generar una fuente alternativa de ingresos para el mundo académico, sería también un excelente punto de partida hacia el establecimiento de un clima de auténtico diálogo y cooperación entre los investigadores y los otros sectores.

avances en electrónica y fotónica, presente y futuro de las comunicaciones, perspectivas en atención de la salud, horizontes en ingeniería genética, prospectiva de la convergencia tecnológica, y geopolítica científica y tecnológica. El aprovechamiento en cada curso sería acreditado mediante un examen escrito, y como complemento de estas actividades teóricas los estudiantes presenciarían demostraciones prácticas durante visitas a distintos laboratorios de investigación experimental. La participación en el programa exigiría trabajo individual y en grupos por 10 a 15 horas semanales (noches y algunos fines de semana) durante tres o cuatro meses, con ejercicios de búsqueda e interpretación de información científica y tecnológica, análisis de contextos, y discusiones de informes orales y escritos preparados por los propios alumnos. Para la acreditación final del programa cada estudiante debería haber publicado un artículo de divulgación, o una revisión monográfica sobre algún aspecto de ciencia o tecnología en un medio de difusión de amplia circulación, y haber aprobado además un examen final de conocimientos generales. Una vez concluido el proceso se extenderían y entregarían los certificados correspondientes en una ceremonia pública amenizada con el consabido vino de honor. Posteriormente los egresados tendrían derecho por tiempo indefinido a consultas privadas con los miembros del profesorado, al uso irrestricto de servicios bibliotecarios en la institución anfitriona, y a recibir apoyos puntuales para el rastreo de información específica.

En caso de repetirse la experiencia observada con otras formas de enseñanza compacta para altos directivos, sería de esperar que los certificados de haber cursado este programa fueran primero sólo favorables, más tarde muy recomendables, y finalmente indispensables para la trayectoria profesional de todo aquel que, sin ser científico, deba mantener una perspectiva actualizada en ciencia y tecnología, superior a la que es posible obtener de manera autodidacta con la

lectura de textos de divulgación. Todos los ex alumnos —sean gerentes de producción obligados a adelantarse a la competencia, comentaristas de televisión deseosos de probar suerte en un nicho informativo casi virgen, o diputados que anhelan la presidencia de la Comisión de Ciencia y Tecnología en la cámara baja— verían seguramente muy favorecidos sus objetivos luego de una breve pero vigorosa inmersión en el mundo académico con la debida acreditación curricular.

Sobra decir que esta modalidad de educación científica, aparte de generar una fuente alternativa de ingresos para el mundo académico, sería también un excelente punto de partida hacia el establecimiento de un clima de auténtico diálogo y cooperación entre los investigadores y los otros sectores. Es más, tendría además la virtud de propiciar una convivencia estrecha, y por lo tanto relaciones personales potencialmente útiles —quizás incluso sinergias interesantes— entre figuras de la academia, la política, la iniciativa privada y los medios de información.

Antes de imprimir grandes carteles festivos con el anuncio de un programa de esta naturaleza sería preciso, desde luego, completar las ineludibles tareas previas. Es decir, efectuar una evaluación razonablemente confiable del mercado potencial y sus necesidades reales, diseñar luego un programa de estudio interdisciplinario viable y atractivo, comprometer personal docente de alto nivel en múltiples áreas tanto en el país como en el extranjero, preparar y calibrar los materiales didácticos *ad hoc*, asegurar una primera generación de cuando menos diez pioneros, y someter a prueba un ensayo piloto. Nada de lo cual parece tener antecedentes, al menos en nuestro medio; todo estaría por hacer. Se trata, por consiguiente, de un territorio desconocido e inexplorado; en otras palabras, de un campo para la investigación. Para una investigación estrictamente académica sobre educación prioritaria y urgente en ciencia y tecnología de vanguardia. ¿Quién dice "¡Yo!"? ●

#### [Notas]

- <sup>1</sup> Véanse, por ejemplo, los señalamientos que hace M. Cerejido en este mismo número ("¿Qué hacer para transformar a nuestros investigadores en científicos?").
- <sup>2</sup> Acerca de la falta de comunicación entre la academia y el mundo empresarial, véase el artículo de W. Kuri ("La cooperación academia-industria. ¿Es posible en México?") en este mismo número.
- <sup>3</sup> Según algunas estimaciones el crecimiento global del progreso tecnológico es exponencial. Véase también el artículo de H. Vessuri ("Gobernabilidad del riesgo") en este mismo número, para una discusión más amplia acerca de la penetración social de las tecnologías.
- <sup>4</sup> Si bien la palabra "actualización" pudiera adquirir aquí una coloración ligeramente eufemística, en realidad cabría aplicarla en sentido literal para un óptimo aprovechamiento de un programa de este tipo, porque al menos en ciertos casos éste debería volver a cursarse a intervalos más o menos regulares para conservar el paso con la aceleración tecnológica.

# Crónica de la creación del Cinvestav Unidad Monterrey

La historia comienza con el interés del Cinvestav y del Dr. Reyes Tamez Guerra por consolidar un grupo de investigación centrado en mejorar la enseñanza de las ciencias para los niveles educativos más básicos.

## Ángeles Paz Sandoval

Esta iniciativa atrajo al gobierno de Nuevo León, y en la reunión binacional de gobernadores de la frontera México-Estados Unidos, el 14 de marzo de 2005, el Dr. Luis Eugenio Todd Pérez, en ese entonces Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nuevo León, comentó a la Directora General del Cinvestav, Dra. Rosalinda Contreras Theurel, el interés de su gobierno para que se estableciera una Unidad del Cinvestav en ese Estado. Allí se tuvo oportunidad de comentar el proyecto, basado en la masa crítica y la experiencia en el tema por parte de investigadores del Cinvestav.

Por esa misma fecha, la Dra. Ángeles Paz Sandoval concurrió a la Third International Conference on Inquiry Based Science Education in Elementary School. The Impact of Training and Professional Development in the Success of Hands-on Inquiry Science Teaching Systems in Basic Education (Tercera Conferencia Internacional sobre Educación en Ciencias Basada en la Indagatoria en la Escuela Elemental. El Impacto de la Formación y Desarrollo Profesional en el éxito de los Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia en la Educación Básica), que tuvo lugar en la ciudad de Monterrey. Durante el evento Luis Todd y Ángeles Paz platicaron acerca del interés de que el Cinvestav participara en el proyecto gubernamental "Monterrey, Ciudad Internacional del Conocimiento". Posteriormente, en una junta realizada el 13 de abril, en

la que participaron el gobernador de Nuevo León Dr. Natividad González Parás, Luis Todd y Rosalinda Contreras, el gobernador reiteró formalmente su invitación.

Previamente y a solicitud de la Dirección General del Cinvestav, Ángeles Paz trataba de integrar un grupo de investigadores del Cinvestav interesados en la difusión de la ciencia y la tecnología, invitación a la que respondió con entusiasmo un buen número de profesores y estudiantes del Centro. A través de diversas sesiones de trabajo se estableció un Proyecto Tentativo para la Enseñanza de las Ciencias.

Con motivo de generar las bases de la Unidad Monterrey, durante los meses de abril y junio se llevó a cabo una serie de reuniones de trabajo en esa ciudad, y sobre todo hubo acercamientos con las instituciones de educación superior. Estos encuentros culminaron con un artículo sobre la integración del Cinvestav al Programa "Ciudad Internacional del Conocimiento", publicado en la revista *Conocimiento* (núm. 7, 2005, [www.conocimientoenlinea.com](http://www.conocimientoenlinea.com)) editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nuevo León, y en cuya portada se dice que el Cinvestav es un "orgullo nacional en investigación científica".

Para el comienzo del proyecto Monterrey se designaron responsables al Dr. Enrique Campesino Romeo y a la Dra. Ángeles Paz. Las instalaciones



provisionales están en una casa ubicada en Av. Cerro de las Mitras 2565, en la colonia Obisnado, cerca de la megabandera, en el Cerro del Obisnado. Un lugar propicio, tranquilo y agradable para trabajar y bien ubicado para los primeros visitantes. La presencia del **Cinvestav** fue excelentemente acogida por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), que ofreció el uso de sus instalaciones mientras se construyen las definitivas.

Las casa quedó lista el 16 de agosto, y el lunes 5 de septiembre, en una ceremonia interna, la Directora General del **Cinvestav** dio la bienvenida a los nuevos miembros de la Unidad Monterrey. En este acto fueron acompañados por el director y los coordinadores técnico y académico de la Unidad Saltillo, quienes brindaron el marco institucional en esta inauguración. Luego de este acto, y después de disfrutar durante la comida de un celebrado platillo regiomontano, se dio comienzo al trabajo en la Unidad.

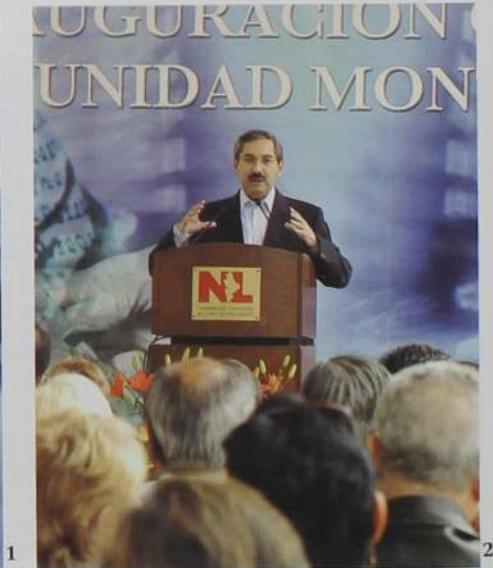
Los meses de septiembre a diciembre fueron dedicados al establecimiento de vínculos institucionales con dependencias de la Secretaría de Educación del Estado (para dar comienzo a la colaboración en la educación en ciencias) y con Facultades de la UANL (para dar a conocer el Programa **Cinvestav** e invitar a la colaboración académica).

Enrique Campesino representó al **Cinvestav** en la inauguración oficial de la Semana Estatal de la Ciencia y la Tecnología (24 al 28 de octubre), días en que se ofrecieron representaciones del "Circo de la Física", además de las realizadas en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UANL, en la Escuela Normal de Educación Básica y en la Normal Superior. Además, se realizaron los siguientes trabajos: asesoría al Museo de Ciencia y Tecnología del Grupo Alfa en el entrenamiento de guías del museo para la

presentación interactiva de experimentos en el área de mecánica y acústica, y dictado de numerosas conferencias en temas de física y química; participación en el diseño de un Programa de Estudios para Educación Especial de la SEP y en un Taller de las IV Jornadas de Educación Química; colaboración en el Taller de String-Topology en Morelia y participación en el Simposio de Física Médica el pasado mes de marzo.

En el mes de enero Enrique Campesino tuvo un problema de salud relacionado con el clima de Monterrey y por instrucciones de su médico, decidió tomar un descanso en su casa de Cuernavaca, razón por la que solicitó ser dispensado de la responsabilidad de la dirección. Ocupó el cargo el Dr. Bruno Escalante, experto en biomedicina y en el comienzo de este año la Unidad Monterrey comenzó con el desarrollo de un Programa de Posgrado Multidisciplinario, en el marco del cual se han iniciado actividades académicas con conferencias bimensuales.

Se ha establecido que la Unidad Monterrey sea un centro de investigación que agrupe a científicos y educadores de diversas disciplinas cuyo factor común sea el interés por la enseñanza de las ciencias. Por este motivo tiene entre sus fines el diseño de programas que fomenten la colaboración y la creatividad entre los investigadores, para lo cual se busca estimular la interacción y el diálogo entre los grupos de trabajo. Así también se tiene como propósito que todos los investigadores cuenten con amplias facilidades de apoyo técnico y logístico. La experiencia científica reciente ha demostrado que los avances importantes requieren de interacciones multidisciplinarias entre los científicos, por lo que se pretende que los recursos humanos de la Unidad se integren en proyectos de investigación.



La creación de la esta Unidad representa una nueva oportunidad para el Cinvestav de reforzar y expandir de manera sustancial el compromiso de generar conocimientos científicos de punta, formar investigadores del más alto nivel, fomentar y apoyar la educación científica en todos los niveles educativos e incrementar la cultura científica de la sociedad. Esta Unidad dispondrá de una Oficina de Gestión Académica que servirá de enlace con los jóvenes de Nuevo León interesados en seguir estudios de posgrado en alguno de los 53 Programas del Cinvestav.

Para ello, el Cinvestav propone que se establezca una fuerte vinculación académica entre todos los investigadores y estudiantes de las unidades con el fin de formar una masa crítica que apoye la difusión y la divulgación de las ciencias a través de la Unidad Monterrey, en la cual se establecerá un equipo multidisciplinario integrado por doctores en ciencias y en educación, cuyo proyecto se centrará en la investigación científica y tecnológica y en la educación en ciencias.

Además de actuar como interlocutor entre los investigadores del Cinvestav y los sectores educativos, el equipo de Monterrey tendrá la responsabilidad de generar materiales didácticos para la educación en sus diferentes niveles, para lo que contará con el apoyo de expertos. Por otra parte, también se establecerá una oficina de gestión industrial para la vinculación de los investigadores del Cinvestav con los sectores social e industrial.

El día 30 de octubre de 2005 se llevó a cabo la inauguración oficial de la Unidad de Monterrey en una sencilla ceremonia, con colegas y amigos del Cinvestav, en la que el Secretario de Educación Pública, Reyes Tamez Guerra, y el Gobernador del Estado de Nuevo León, Natividad González Parás, manifestaron su interés y compromiso de tener al Cinvestav en el Estado de Nuevo

León, como lo constatan sus palabras en los discursos de inauguración: "El Cinvestav es una de las mejores instituciones de educación de posgrado y de investigación del país. Si uno hace un análisis de indicadores de desempeño institucional, sin ninguna duda, el Cinvestav destaca en el país y en el mundo; algunos departamentos cuando se comparan internacionalmente estarían entre los mejores 10 de Estados Unidos, en las contribuciones por investigador, la generación de patentes, de publicaciones en revistas indexadas y la formación de maestros y doctores en ciencias."

Asimismo, el Secretario de Educación hizo hincapié en la importancia de trabajar en el área de Ciencias de la Salud y consideró como tema de fundamental importancia la Enseñanza de las Ciencias, donde hay mucho por hacer y agradeció al Cinvestav el apoyo recibido en este rubro. Pidió reunir esfuerzos con el gobierno de Nuevo León para que en el año 2007 se pudiera contar con las instalaciones definitivas del Cinvestav para que se desarrolle con toda su capacidad.

El Gobernador del Estado hizo énfasis en que el Estado de Nuevo León es visionario, con capacidad emprendedora y que le hacía falta un elemento adicional para complementar un círculo virtuoso que permitiera seguir avanzando como un Estado líder en el ámbito nacional: faltaba incorporar en la ecuación el capítulo de la investigación científica y de la formación de un mayor capital intelectual para convertirlo en un proceso de innovación permanente, donde se sustentara gran parte de su desarrollo en la educación. Se sumó también a lo expresado por el Secretario de Educación, en el sentido de que el ámbito de especialización se oriente hacia las ciencias de la salud. Felicitó a los presentes mencionando que éste era el primer paso, y prometió que muy pronto estarían construyendo



1. Secretario de Educación Pública, Dr. Reyes Tamez Guerra
2. Gobernador de Nuevo León, Dr. Natividad González Parás
3. Dr. Gustavo Chapela, Director del Conacyt, y la Dra. Rosalinda Contreras Theurel, Directora General del Cinvestav

instalaciones dignas, grandes y decorosas para el Cinvestav, con la mira de seguir avanzando juntos para el bien de Nuevo León, para el bien de México y para hacer de Monterrey una "Ciudad Internacional del Conocimiento".

Una vez inaugurada la nueva Unidad del Cinvestav se continúa trabajando en la consolidación de la misma, y para ello se consideraron los siguientes objetivos, líneas de acción y metas.

### Objetivos

- Realizar investigación científica y tecnológica de frontera en ciencias de la salud y en la educación en ciencias para la generación de nuevos conocimientos y la contribución científica y tecnológica para coadyuvar en la resolución de problemas en el área de salud y educativa.
- Formar recursos humanos para la investigación científica, educativa y el desarrollo tecnológico en áreas novedosas para el país.
- Inculcar y reforzar el gusto por las disciplinas científicas entre los jóvenes en educación básica, media y superior.
- Promover la difusión de la ciencia y la tecnología para elevar la cultura científica y tecnológica de la población.
- Promover la vinculación con instituciones que realicen investigación en salud y educación en el Estado de Nuevo León.

### Líneas de Acción

- Favorecer el trabajo de investigación de excelencia contando con grupos interdisciplinarios.
- Planear, diseñar y establecer a mediano plazo programas de posgrado interdisciplinarios en ciencias y en la educación en ciencias.

- Desarrollar materiales didácticos diversos para la enseñanza de las ciencias en los diferentes niveles educativos.
- Capacitar a nuevas generaciones para que conozcan y utilicen con destreza y profesionalmente los procesos, métodos y tecnologías que la investigación y la educación actual imponen, para incrementar la calidad y cantidad de las mismas.
- Ofrecer una postura científica que fomente en la opinión pública el espíritu crítico. Favorecer el análisis, la argumentación y la expresión oral y escrita como habilidades para comprender el lenguaje científico y tecnológico, mismo que pueda extenderse a situaciones de la vida diaria.
- Difundir y divulgar los conocimientos que permitan que la sociedad mexicana comprenda y asimile los nuevos retos que el avance de la ciencia y la tecnología involucran, así como favorecer y desarrollar un pensamiento analítico.
- Además de establecer sus propias prioridades de investigación, la Unidad Monterrey atenderá, en la medida de sus posibilidades, las propuestas que surjan de la comunidad.

### Metas

- La formación de maestros y doctores en ciencias e ingeniería a través de la generación de conocimiento y la solución de problemas en forma novedosa. Además de los programas de posgrado tradicionales, contar con nuevos programas interdisciplinarios, como la física médica.
- La formación de maestros y doctores en la especialidad "Educación en Ciencias".
- La producción de material didáctico en diversas disciplinas, como: folletos, libros de texto, material multimedia, entre otros, con la finalidad de apoyar

Autoridades e investigadores del Cinvestav con distinguidos invitados el día de la inauguración de la Unidad Monterrey



con material complementario actualizado a maestros y alumnos de los diferentes niveles educativos.

- Diseño de cursos y talleres de capacitación y de actualización, con demostraciones prácticas de experimentos en diferentes disciplinas para maestros dedicados a la enseñanza de las ciencias en diferentes niveles.
- La organización y participación en eventos de promoción de la ciencia y la tecnología, como conferencias, demostraciones prácticas de experimentos de diferentes disciplinas científicas con la participación activa de alumnos de diferentes niveles educativos, que fomenten el interés de los jóvenes por la ciencia y la tecnología, así como ampliar la cultura científica del público en general.
- Acuerdos de interacción académica que fomenten la colaboración entre instituciones de los sectores de salud y educación, en apoyo al desarrollo científico y educativo.
- Implementación de una oficina de vinculación y gestión que apoye la interacción de las diferentes unidades y que ofrezca los servicios del Cinvestav; en general, los trámites de ingreso de estudiantes en los posgrados a las diferentes unidades con mayor facilidad y sin la necesidad de que los candidatos se trasladen antes de ser aceptados. Los egresados de las carreras de licenciatura contarán con otra alternativa de educación de posgrado de carácter público y gratuito y con calidad internacional.

## Filosofía de la Unidad

Se buscará implantar en la Unidad una sólida cultura científica que se adapte a las condiciones de trabajo y a la realidad educativa de las instituciones de nuestro país. Los científicos de la Unidad deberán regirse por las normas éticas no sólo de la ciencia sino también en lo

personal. El trabajo de la Unidad permitirá, entre otras cosas, desarrollar la vocación profesional, enriquecer los conocimientos, ser responsables de la formación de más y mejores investigadores y, además, divertirse al hacer todo ello. Este trabajo requerirá del mayor entusiasmo, la mayor dedicación con integridad y el compromiso de asumir siempre una posición crítica y, sobre todo, honesta. Dentro del proceso de formación de investigadores se deberá transmitir y compartir cotidianamente los valores éticos profesionales e individuales con los estudiantes y colaboradores, y esto presupone de la mayor lealtad a la ciencia, a los colegas y la institución.

## Beneficios locales

Los usuarios que se beneficiarán directamente de los servicios ofrecidos por la Unidad Monterrey serán las instituciones de educación pública del Estado de Nuevo León, así como sus habitantes, en general, y en particular los egresados de las carreras de licenciatura, quienes encontrarán una alternativa de educación de posgrado de calidad internacional y con carácter público y gratuito.

Además de establecer sus propias prioridades de investigación, la Unidad Monterrey alentará y buscará propuestas que surjan de la comunidad científica y empresarial.

Para hacer frente a los nuevos desafíos educativos se desea emprender la creación de un centro de divulgación y difusión de las ciencias, cuyo objetivo será orientar y preparar a la sociedad civil, y en particular a niños y jóvenes, para que de manera objetiva y fundamentada asimilen los nuevos desafíos que la ciencia y la tecnología imponen, conozca los alcances y las limitaciones de las nuevas tecnologías y pueda entender y disfrutar del mundo que le rodea. ●



1. Dr. Gustavo Chapela, Director del Conacyt
2. Autoridades e investigadores del Cinvestav
3. Yolanda Blanco, Secretaria de Educación del Estado de Nuevo León y el Dr. Luis Eugenio Todd, con la Dra. Adriana Elizondo e investigadores de la Unidad Monterrey
4. (Adelante) Dra. Rosalinda Contreras, Directora del Cinvestav, Dr. Hugo Barrera, investigador de la UANL, Dr. Bruno Escalante, Director de la Unidad Monterrey y Dra. Angelina Flores, investigadora del Cinvestav



El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados  
Unidad Monterrey y la  
Escuela Normal Superior Profr. Moisés Saéñz Garza  
invitan al

## CICLO DE CONFERENCIAS

"La Tecnología y la Ciencia desde el Cinvestav"

el cual se llevará a cabo en el auditorio Ciro R. Cantú  
ubicado en Av. Venustiano Carranza y Ruperto Martínez s/n, Centro  
Monterrey, Nuevo León

Para mayor información llamar a los teléfonos  
82 20 17 40  
83 43 83 69

2006

3 de marzo, 19:00 horas

4 de marzo, 9:30 horas

**Los Mexicanos y la Ciencia**

Dra. Rosalinda Contreras Theurel

7 de abril, 19:00 horas

8 de abril, 9:30 horas

**Superconductores: ¿es posible que dos electrones se atraigan?**

Dr. José Mustre de León

19 de mayo, 19:00 horas

20 de mayo, 9:30 horas

**Las drogas y el cerebro**

Dra. Silvia Lorenia Cruz Martín del Campo

9 de junio, 19:00 horas

10 de junio, 9:30 horas

**Los átomos: ladrillos maravillosos**

Dra. María del Jesús Rosales Hoz

7 de julio, 19:00 horas

8 de julio, 9:30 horas

**Teoría de la computación: El arte de comprender el corazón de las máquinas**

Dr. Feliú D. Sagols Troncoso

8 de septiembre, 19:00 horas

9 de septiembre, 9:30 horas

**Percepciones, actitudes y estrategias:**

**¿Cómo podemos disfrutar enseñando ciencias?**

Dra. María Teresa Guerra Ramos

29 de septiembre, 19:00 horas

30 de septiembre, 9:30 horas

**ALICE, retorno al origen del Universo**

Dr. Gerardo Herrera Corral

20 de octubre, 19:00 horas

21 de octubre, 9:30 horas

**Aplicaciones de la Biología Molecular a la Medicina Moderna**

M. en C. Ana Leticia Arregui Mena

**SE** Secretaría  
de Educación  
NUEVO LEÓN  
*Educar para crecer*



GOBIERNO DE NUEVO LEÓN  
ESTADO DE PROGRESO

# Noticias Cinvestav

## Ceremonia de reconocimiento a la labor del Profesor Heinrich Nöth en el Cinvestav

El pasado 15 de marzo en la presencia de la Directora del Cinvestav, miembros del Departamento de Química y el Embajador de Alemania en México se llevó a cabo la ceremonia en la que se reconoció la valía excepcional de la contribución desinteresada y continua del Prof. Heinrich Nöth a la vida académica del Departamento de Química. La influencia de sus estancias periódicas ha dejado una huella imborrable en los profesores, estudiantes de doctorado y en los estudiantes ahora formados por los jóvenes egresados del departamento. El apoyo de un científico tan distinguido ha sido tema de un artículo previo en *Avance y Perspectiva* (vol. 20, septiembre-octubre 2001, 319-323).



(Atrás) Dra. Nora Barba Berhens (UNAM), Dr. José Mustre de León, Dra. Ma. de Jesús Rosales Hernández, Dra. Ángeles Paz Sandoval, Sr. Ingo Stender (Consejero de la embajada alemana) (Adelante) Dra. Angelina Flores Parra, Dra. Rosalinda Contreras Theurel, Prof. Heinrich Nöth, Dr. Eberhard Kölsch (embajador de Alemania) y Lic. Diana González Olivo (Coordinadora de becas del DAAD)



Prof. Heinrich Nöth, Dra. Ma. Esther Sánchez y Dra. Ángeles Paz.

## Ceremonia de premiación "Young Scientist Award" a la Mejor Tesis Doctoral 2005 del Departamento de Química

El pasado miércoles 15 de marzo se entregó el premio "Young Scientist Award" a la Mejor Tesis Doctoral 2005 del Departamento de Química.

El premio Young Scientist Award se estableció en 1999 por un convenio suscrito entre la Secretaría Académica del Cinvestav y el propio profesor Heinrich Nöth, distinguido químico alemán, quien busca la motivación de los estudiantes para presentar una tesis doctoral en química de muy alto nivel. Heinrich Nöth es profesor emérito de la Universidad Ludwig-Maximilians de Munich y ha visitado anualmente al Cinvestav para otorgar la distinción al estudiante del Departamento de Química del Centro que haya presentado la mejor tesis. La elección la hace un jurado establecido por la Coordinación Académica del Departamento, integrado por distinguidos miembros de la comunidad académica y un investigador del Departamento de Química, cuyos graduados no concursan por el premio ese año.

En esta ocasión, el séptimo premio se entregó a la Dra. Ma. Esther Sánchez Castro, quien presentó la tesis "Estudio comparativo de la reactividad de heterodienilos de silicio con  $(Cp^*RuCl)_4$  y  $(Cp^*RuCl_2)_2$ " el día 27 de Abril de 2005. La tesis fue desarrollada bajo la dirección de la Dra. Ma. de los Ángeles Paz Sandoval.

Durante la ceremonia del pasado 15 de marzo, la Directora General del **Cinvestav** anunció que a partir de este año para el premio concursarán tesis de doctorado en Química desarrolladas en el **Cinvestav**, y se invitará a participar a las unidades Mérida, Querétaro y Saltillo. Así también se propuso establecer un premio análogo para los estudiantes de las áreas biológica, ingeniería y ciencias exactas.

El premio anual consiste en un diploma y una suma de dinero, que permite al ganador pasar tres meses en un laboratorio de investigación de su elección; a su vez el **Cinvestav** cubre el pago del boleto de avión al destino solicitado.

### Premios Arturo Rosenblueth

El pasado jueves 15 de diciembre de 2005 se realizó la entrega de los premios Rosenblueth, otorgados a las mejores tesis doctorales de 2004. Los ganadores por Área del Conocimiento fueron:

#### Ciencias Exactas y Naturales

Dr. Alfredo López Ortega (tesista)  
Dr. Miguel Ángel Pérez Antón y Dr. Gerardo Francisco Torres del Castillo (directores de tesis)  
Departamento de Física

#### Ciencias Biológicas y de la Salud

Dr. Apolinar Maya Mendoza (tesista)  
Dr. Juan Patricio Gariglio Vidal y Dr. Armando Aranda Anzaldo (directores de tesis)  
Departamento de Genética y Biología Molecular

#### Tecnología y Ciencias de la Ingeniería

Dr. Leo Hendrik Reyes Lozano (tesista)  
Dr. Eduardo José Bayro (director de tesis)  
Ingeniería Eléctrica, Cinvestav-Guadalajara

#### Ciencias Sociales y Humanidades

Dra. Rosa Elvira Páez Murillo (tesista)  
Dr. Fernando Antonio Hitt Espinoza (director de tesis)  
Departamento de Matemática Educativa

### Premio universitario 2005

Otorgado al Dr. Roberto Pérez Castañeda, estudiante del Cinvestav-Mérida, en el área de Ciencias de la Tierra y Ambientales por el trabajo de tesis: "Dinámica poblacional de camarones peneidos *Farfantepenaeus* spp. en la laguna Celestún, Yucatán: un enfoque espaciotemporal multiespecífico".

## Nombramientos

### Directores de Unidad

Dr. Bruno Escalante Acosta  
*Cinvestav-Monterrey*

### Secretarios Académicos

Dr. Victor Manuel Vidal Martínez  
*Cinvestav-Mérida*

Dr. Edmundo Lozoya Gloria  
*Cinvestav-Irapuato*

### Jefes de Departamento

Dr. Vianney Francisco Ortiz Navarrete  
Biomedicina Molecular

Dr. Reynaldo Ariel Álvarez Morales  
Ingeniería Genética  
*Cinvestav-Irapuato*

Dr. Gerardo Hernández García  
Jefe de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia

### Coordinadores Académicos

Dr. Jesús Alberto Olivares Reyes  
Bioquímica

Dr. Guillermo Elizondo Azuela  
Sección Externa de Toxicología

Dra. Ruth Mercado Maldonado  
Investigaciones Educativas

Dr. Carlos Alvarado Serrano  
Sección de Bioelectrónica

Dr. Francisco José Rodríguez Henríquez  
Sección de Computación

Dr. Omar Domingo Defeo Gorospe  
Recursos del Mar  
*Cinvestav-Mérida*

Dr. Juan José Alvarado Gil  
Física Aplicada  
*Cinvestav-Mérida*

Dr. Antonio Fernández Fuentes  
Maestría en Ingeniería Cerámica  
*Cinvestav-Salttillo*

Dr. Ernesto Alonso Sánchez Sánchez  
Matemática Educativa

## The Presidential Award for Excellence in Mathematics and Sciences Teaching

Nancy Margarita Costas de Arroyo ex alumna del Departamento de Matemática Educativa obtuvo en el año 2003 el premio más alto que se otorga a un maestro en Estados Unidos: "The Presidential Award for Excellence in Mathematics and Sciences Teaching". Este premio lo entregó el Presidente de Estados Unidos.

# Cinvestav felicita

El **Cinvestav** extiende sus más cálidas felicitaciones a sus investigadores, estudiantes y auxiliares de investigación, por los logros y distinciones académicas alcanzadas en 2005, año en el que se graduaron 313 estudiantes de Maestría y 178 de Doctorado. Cifra que avala la calidad de los programas de posgrado de este Centro, 16 de los cuales están clasificados por el Conacyt como competentes a nivel internacional.

## **Nombrado miembro de El Colegio Nacional**

Dr. Eusebio Juaristi y Cosío

## **Premio de Investigación 2005 otorgado por la Academia Mexicana de Ciencias Ciencias Exactas**

Dr. Guillermo Jesús Contreras Nuño

## **Ex alumno de posgrado distinguido, Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, EUA**

Dr. Eusebio Juaristi y Cosío

## **Editora del libro *Escuela, Capacitación y Aprendizaje, la Formación para el Trabajo en una Ciudad en Transición***

Dra. María de Ibarrola Nicolín

## **Premio Weizmann 2004 por tesis de doctorado en Ciencias Exactas**

Dr. Carlos Enrique Valencia Oleta

Dr. Rafael Villarreal Rodríguez

## **Premio Weizmann 2004 por tesis de doctorado en Investigación Tecnológica**

Dra. María Luisa Benítez Hess

Dr. Luis Marat Álvarez Salas

## **Premio Weizmann 2004 por tesis de doctorado en Ciencias Sociales y Humanidades**

Dr. Antonio Gómez Nashiki

Dr. Eduardo Remedi Allione

Dra. Sylvie Didou Aupetit

Publicación del libro *Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms*, World Scientific, Singapore, editado en colaboración con el Dr. Gary B. Lamont, Miembro del Comité Editorial de la Revista *Evolutionary Computation*, MIT Press

Dr. Carlos A. Coello Coello

## **Profesor Honorario de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas**

Dr. Ricardo Cantoral Uriza

## **Vicepresidenta de ISCAR (International Society for Cultural and Activity Research)**

Dra. Antonia Candela Martín

## **Editor Asociado del *International on Electrical and Electronic Engineering (IEEE) Transactions on Circuits and Systems II*,**

**Editor Regional para Latinoamérica del *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems***

Dr. Edgar N. Sánchez Camperos

## **Ganador del Proyecto ALFA BioSenIntg de la Comisión Europea**

Dr. Lorenzo Leija Salas

## **Editor Asociado del *Critical Reviews in Food Science and Nutrition***

Dr. Octavio Paredes López

## **Nuevos miembros regulares de la Academia Mexicana de Ciencias**

**Ciencias Exactas y Naturales**

Dr. Jorge Javier Castro Hernández

Dr. Alfredo Cruz Orea

Dr. Martín Hernández Contreras

Dr. José Iván Escalante García

Dr. Jesús González Espino Barros

**Tecnología y Ciencias de la Ingeniería**

Dr. Francisco Carlos Larios Forte

Dr. Wen Yu Liu

Dr. Juan de Dios Figueroa Cárdenas

**Ciencias Biológicas y de la Salud**

Dr. Ismael Jiménez Estrada

Dra. Patricia Talamás Rohana

**Ciencias Sociales y Humanidades**

Dra. Judith Kalman Landman

**Investigadores miembros de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red MexLTER) del grupo denominado "Ecosistemas Costeros de la Península de Yucatán" (ECOPEY)**

Dra. Ma. de los Ángeles Liceaga Correa

Dra. Silvia Salas Márquez

Dra. Roxana Rodríguez Canul

Dra. Ma. Leopoldina Aguirre Macedo  
Dr. Omar Defeo Gorospe  
Dr. Jorge Euan Ávila  
Dr. David Valdés Lozano  
Dr. Víctor Vidal Martínez  
Dr. Jorge A. Herrera Silveira  
Dr. Pedro L. Ardisson Herrera  
Dr. Federico Dickinson Bannack

**Primer lugar, Premio de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, por el trabajo "Determinación de cortisol por técnicas no invasivas en el manatí antillano (*Trichechus matus matus*)"**

Claudia Villanueva García  
Dra. Marta Romano Pardo

**Premio "Young Scientist Award 2004", mejor tesis de doctorado: "Tiapentadienilos, sus derivados oxidados y reacciones de metátesis con compuestos de Iridio y Rodio"**

Dr. Prócoro Gamero Melo  
Dra. Ma. de los Ángeles Paz Sandoval

**Premio de la Sociedad de Toxicología de EUA por el trabajo "Sperm Nucleus Uptakes Lead From Tetis and Epididymis, Altering Sperm Chromatin Condensation"**

M. en C. María Isabel Hernández Ochoa  
Dra. Betzabet Quintanilla Vega

**Premio de la Sociedad de Toxicología de Estados Unidos por el trabajo "Lipid Peroxidation and Distribution of inorganic Arsenic and Its Metabolites in Rat Neuronal Tissues"**

M. en C. Erika García Chávez  
Dra. Ma. de la Luz del Razo Jiménez

**Premio Javier Romero Molina 2003, área de Antropología Física, por el trabajo "La salud en una comunidad rural del estado de Yucatán; una perspectiva de ecología humana"**

M. en C. Patricia Fernández del Valle Faneuf  
Dra. Anna Siniarska  
Dr. Napoleón Wolanski

**Mención Honorífica por el trabajo "Publicidad televisiva, hábitos alimentarios y salud en adolescentes de la ciudad de Mérida, Yucatán, México"**

M. en C. Martha Constanza Sauri Bazán  
Dr. Federico Dickinson Bannack

**Incorporación al Comité Editorial del *World Journal of Gastroenterology***

Dr. Saúl Villa Treviño

**Parte del Comité Editorial de la revista *Pharmacology & Therapeutics*, Elsevier**

Dr. Carlos M. Villalón Herrera

**Premio Malta Cleyton a la Innovación en Nutrición Animal 2004 en la categoría de Pecuarios por el trabajo "Inactivación química de aflatoxinas en alimentos destinados para la industria avícola"**

Dr. Jesús Abraham Méndez Albores  
Dr. Gerónimo Arámbula Villa

**XVI Premio Nacional de Investigación, área clínica, que otorga la fundación Glaxo Smith-Kline por el trabajo: "Evidencia del daño prenatal en la neurotransmisión serotoninérgica cerebral en niños con recesión en el crecimiento intrauterino"**

Dr. Jorge Hernández Rodríguez

**Miembro de la Junta de Asesores Internacionales, conferencista clave y presidente de una sesión en el "3er International Congress on Science and Technology of Steelmaking"**

Dr. Humberto Castillejos Escobar

**"Best Paper Award" por el trabajo "Use of domain information to Improve the Performance of an Evolutionary Algorithm" (GECCO 2005)**

M. en C. Ricardo Landa Becerra  
Dr. Carlos Coello Coello

**Distinción de la American Society for Microbiology con el Corporate Activities Program Student Travel Grant por el trabajo "Efficient Internalization of EspC into Epithelial Cells Depends on EPEC-Host Cell Contact"**

M. en C. Jorge Eugenio Vidal Granel  
Dr. Fernando Navarro García

**Beca Hugo Aréchiga Urtuzuástegui por el trabajo: "Caracterización del sistema de adquisición del Fe a partir de la holoLactoferrina por *Entamoeba histolytica* y del mecanismo amebicida de apoLactoferrina"**

M. en C. Nidia Maribel León Sicarios  
Dra. Mireya de la Garza Amaya

**Best Paper Award: "Using declarative Lenguaje to Describe the Interactions in Virtual Scenes" en el International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence**

Dr. Félix Francisco Ramos Corchado  
M. en C. Fabiel Zúñiga Gallegos  
M. en C. Hugo Iván Piza Dávila

Parte del Comité Editorial de la revista  
*Toxicology and Applied Pharmacology*  
Dra. Betzabet Quintanilla Vega

Primer Lugar, Premio de Investigación Dr. Jorge Rosenkranz 2005 en el Área Básica,  
"Caracterización de un modelo celular para el estudio de las alteraciones neuronales de la Distrofia Miotónica (DM): Los tripletes CTG mutantes del gen de la DM afectan la función de las proteínas Tau y MAP2 inhibiendo la diferenciación neuronal"

Dr. Bulmaro Cisneros Vega  
Dr. Francisco García Sierra  
Dr. Mario Bermúdez de León  
Biol. Prisciliana Velásquez Bernardino  
M. en C. Oscar Hernández Hernández  
Biol. Pablo Gómez Islas

Premio Agrobio México 2005 por tesis doctoral:  
"Caracterización biológica y molecular de aislados del virus de la tristeza de los cítricos (CTV) en México"

Dra. Lisset Herrera Isidró  
Dr. Rafael Rivera Bustamante  
Dr. Juan Pablo Martínez Soriano

Primer lugar, XVIII Certamen Nacional de Tesis de Informática o Computación organizado por la ANIEI, por su tesis doctoral: "Técnicas alternativas para el manejo de restricciones en optimización evolutiva"

Dr. Efrén Mezura Montes  
Dr. Carlos A. Coello Coello

Segundo lugar, XVIII Certamen Nacional de Tesis de Informática o Computación organizado por la ANIEI, por su tesis doctoral: "Sistema inmune artificial para solucionar problemas de optimización"

Dra. Narelí Cruz Cortés  
Dr. Carlos A. Coello Coello

Segundo lugar, XVIII Certamen Nacional de Tesis de Informática o Computación organizado por la ANIEI, por su tesis de maestría: "Diseño de un algoritmo evolutivo multiobjetivo paralelo"

M. en C. Antonio López Jaimes  
Dr. Carlos A. Coello Coello

Nombramiento, Chairperson del Gulf and Caribbean Fisheries Institute, asociación científica de relevancia en el manejo de recursos naturales, distinción que recae por primera vez en una investigadora latinoamericana

Dra. Dalila Aldana Aranda

Premio Herbert H. Uhlig 2005 por su destacada labor de investigación e innovación educativa en Corrosión

Dr. Pedro Castro Borges

Premio Lola e Igo Flisser-PUIS, por su tesis: "Expresión diferencial de genes en el estómago del mosquito *Anopheles albimanus* hembra alimentado con sangre"

Dra. María Elena Sánchez Contreras  
Dr. Fidel de la Cruz Hernández y Hernández  
Dr. José Luis Rosales

Premio L'Oreal-UNESCO "For Women in Science" América Latina, en reconocimiento a su labor de investigación

Dra. Esther Orozco Orozco

Premio a la mejor investigación en nutrición y alimentación realizada por investigadores jóvenes, con el trabajo: "Contribución de la serotonina en el control alimentario, otorgado por el Fomento de Nutrición y Salud, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, el Fondo Nestlé para la Nutrición de la Fundación Mexicana para la Salud/Nestlé México, El Colegio Mexicano de Nutriólogos, y la Asociación Mexicana de Miembros de Facultades de Escuelas de Nutrición"

Dr. Benjamín Florán Garduño  
M. en C. Brenda González Hernández

Premio Universitario 2005, Ciencias de la Tierra y Ambientales, por el trabajo "Dinámica poblacional de camarones pendedos *Farfantepenaeus spp.* En la laguna Celestún, Yucatán: un enfoque espacio-temporal multiespecífico"

Dr. Roberto Pérez Castañeda  
Dr. Omar Defeo Gorospe

Distinguida como "Ambientalista del Año" durante la sesión del 2005 del Annual Latin Trade Bravo Business Awards

M. en C. María Andrade Hernández

# Contribuciones

Las contribuciones para la revista *Cinvestav* deberán enviarse a las oficinas centrales o a la dirección de correo electrónico: [msantos@cinvestav.mx](mailto:msantos@cinvestav.mx)

## Textos

- En formato de Word con extensión .doc o .rtf, vía correo electrónico o en CD-ROM.
- Cuando se trate de artículos de investigación la extensión máxima será de 15 cuartillas, en cuanto a los artículos de difusión serán de 10 cuartillas, y para Noticias será de 50 palabras cada uno.
- Si el texto incluye tablas, éstas se entregarán en archivo por separado, en texto corrido y con una impresión adjunta que muestre la forma en que debe quedar la tabla. Además, se debe indicar en el original la ubicación de éstas. La indicación también es válida para esquemas y cuadros.
- Todo artículo requiere de proporcionar ilustraciones o fotografías para su inserción (ver especificaciones).
- Las notas deberán incluirse al final del trabajo, antes de la bibliografía o de las referencias debidamente numeradas.
- Las referencias deben apegarse a los modelos siguientes:

## Libro:

Wiener, Norbert. *Cibernética: o el control y la comunicación en animales y máquinas*, Barcelona, Tusquets, 2003.

## Artículo de revista:

Ádem, José, 1991. "Algunas consideraciones sobre la prensa en México", en *Avance y Perspectiva*, vol. 10, abril-junio, pp. 168-170.

Se sugiere que las referencias sean cuidadosamente revisadas por los autores y que los títulos de los artículos y los nombres de las publicaciones no se abrevien. Todos los textos deben incluir el nombre del autor, grado académico, adscripción y cargo que desempeña, teléfono y correo electrónico.

## Imágenes y Gráficas

Las fotografías e imágenes que se envíen para ilustrar los textos deberán venir en archivos por separado tipo JPG o TIFF, a 300 dpi de resolución con tamaño de 20 cm de base (como mínimo). Las imágenes que se envíen de cámaras digitales deberán haber sido tomadas con la máxima resolución que tenga ésta.

**NO SE ACEPTARÁN IMÁGENES DE INTERNET.**

## Cinvestav

[revista@cinvestav.mx](mailto:revista@cinvestav.mx)  
T/F (55) 50 61 33 71  
[www.cinvestav.mx/publicaciones](http://www.cinvestav.mx/publicaciones)  
Av. Instituto Politécnico Nacional 2508  
San Pedro Zacatenco, C.P. 07360  
México, DF, México

## [Nota]

En breve aparecerá una versión electrónica de la revista *Cinvestav* donde los lectores tendrán la oportunidad de contribuir con sus reflexiones acerca de los temas que se abordan en los artículos.

## [Fe de Erratas]

En el artículo "La Unidad de Mérida del Cinvestav: 25 años de historia" (*Avance y Perspectiva*, 2005, volumen 24, número 4), se lee en la página 62: "En diciembre de 1988, siendo director del **Cinvestav** el doctor Feliciano Sánchez, fue nombrado director de la Unidad Mérida el doctor Juan Luis Peña Chapa...". Los autores agradecemos al lector que reportó la inexactitud de la frase, pues en esos años el doctor Héctor Nava Jaimes fue el director general del **Cinvestav**.

**AHORA NOS CONOCEN  
COMO LA FLOTA MAS MODERNA DEL  
MUNDO, PERO SEGUIMOS SIENDO:  
MEXICANA.**



**Aerolínea mexicana líder en América**  
e además de toda su experiencia,  
ofrece viajar por una enorme red  
de destinos en los aviones más modernos.

  
**mexicana.com**

**MEXICANA** 

Siente la experiencia



**Cinvestav**