

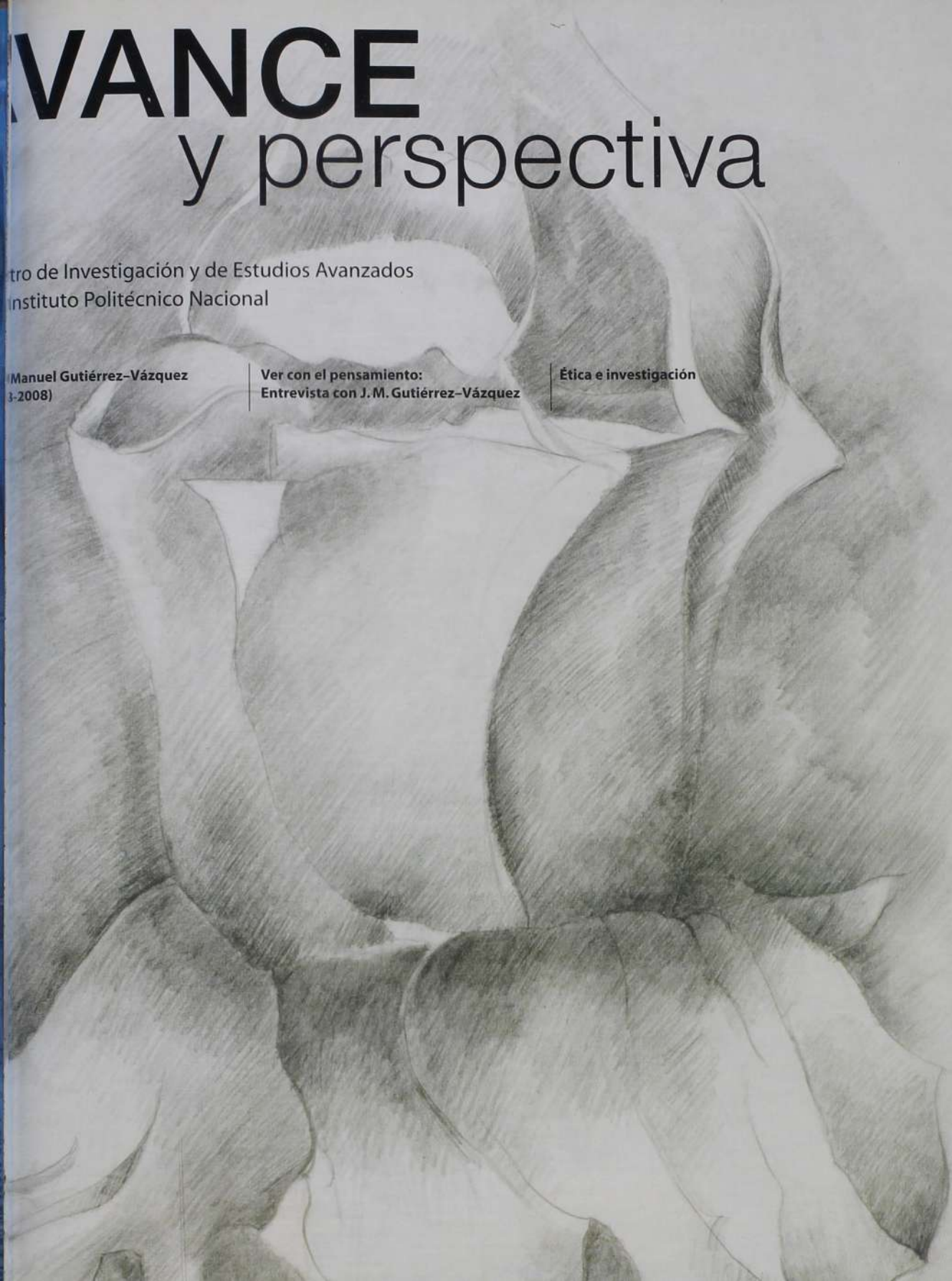
# VANCE y perspectiva

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados  
Instituto Politécnico Nacional

(Manuel Gutiérrez-Vázquez  
3-2008)

Ver con el pensamiento:  
Entrevista con J. M. Gutiérrez-Vázquez

Ética e investigación





**Instituto Politécnico Nacional**

"La Técnica al Servicio de la Patria"



# HOYOS NEGROS

El otro lado del INFINITO...

**Te esperamos en el PLANETARIO  
más avanzado de América Latina**

[www.planetario.ipn.mx](http://www.planetario.ipn.mx)

Av. Wilfrido Massieu esq. Luis Enrique Erro. Col. Lindavista.  
Tel.: 57 29 60 00 ext.: 53923 y 53920



[www.ipn.mx](http://www.ipn.mx) [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx)

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

**SEP**



# AVANCE y perspectiva

## Sumario

### CORRESPONDENCIA

---

- 165 Alfredo Baños en el Cinvestav  
E. Méndez Docurro

### PERFILES:

#### JUAN MANUEL GUTIÉRREZ-VÁZQUEZ (1928-2008)

---

- 167 Acerca de "nuestro" Juan Manuel  
A. Candela

- 171 Juan Manuel entre nosotros  
P. Latapi Sarre

- 175 La muerte de un gigante:  
Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez  
V.M. Toledo

### DIÁLOGOS

---

- 179 Ver con el pensamiento:  
Entrevista con J. M. Gutiérrez-Vázquez  
A. Pellicer y A. Gómez

### ESPACIO ABIERTO: CIENCIA Y SOCIEDAD

---

- 191 Ética e investigación  
J.M. Gutiérrez-Vázquez
- 196 La privatización del conocimiento  
J.M. Gutiérrez-Vázquez

### ESPACIO ABIERTO: EL ARTE DE ENSEÑAR

---

- 198 Cuatro ideas sobre la enseñanza  
de la ciencia en la educación básica  
J. M. Gutiérrez-Vázquez

### ESPACIO ABIERTO: ALEGRÍA DE VIVIR

---

- 205 Alegría y felicidad  
J. M. Gutiérrez-Vázquez

### DOCUMENTOS

---

- 211 Discurso Premio Rosenkranz  
G. Rosenkranz

### MATICES

---

- 215 Más sobre ciencia y religión  
M. Cerejido
- 221 Encendiendo la luz  
J. G. Contreras
- 225 Un significado no trivial del conocimiento  
G. Hernández García

### LIBROS Y REVISTAS

---

- 230 Darwin. La historia de un hombre extraordinario  
Tim B. Berra

### 232 ÍNDICE DE AUTORES 2003-2008

---

### 235 ÍNDICE DE MATERIAS 2003-2008

---

### 238 ÍNDICE ONOMÁSTICO 2003-2008

---



## Consejo editorial

José Víctor Calderón  
Bioquímica

Ricardo Cantoral Uriza  
Matemática Educativa

Marcelino Cerejido  
Fisiología

Carlos Artemio Coello Coello  
Computación

Francisco Javier Espinoza Beltrán  
Unidad Querétaro

Alonso Fernández Guasti  
Farmacobiología

Julia Elena Fraga Berdugo  
Ecología Humana  
Unidad Mérida

Eugenio Frixione  
Metodología y Teoría  
de la Ciencia

Gerardo Gold Bouchot  
Recursos del Mar  
Unidad Mérida

José Mustre de León  
Física Aplicada  
Unidad Mérida

Fabiola Constanza Alonso  
Ingeniería Metalúrgica  
Unidad Saltillo

Juan José Peña Cabriales  
Biotecnología y Bioquímica  
Unidad Irapuato

Cristina G. Reynaga Peña  
Ingeniería Genética  
Unidad Irapuato

José Ruiz Herrera  
Ingeniería Genética de Plantas  
Unidad Irapuato

Martha Rzedowski Calderón  
Control Automático

Arturo Sánchez Carmona  
Unidad Guadalajara

Revista Avance y Perspectiva

Miguel Ángel Pérez Angón  
Susana Quintanilla  
Dirección editorial

Héctor Martínez Martínez  
Jefe de Difusión

Gordana Ségota  
Corrección

María Calderón, ReD basic color  
Diseño

Luisa A. Bonilla Canepa  
Josefina Miranda López  
Coordinación editorial

Verónica Arellano  
Apoyo editorial

revista@cinvestav.mx  
mirandal@cinvestav.mx  
www.cinvestav.mx/publicaciones  
Teléfono y fax: 5747 3371

Cinvestav

Dr. René Asomoza Palacio  
Director General

Dr. Arnulfo Albores Medina  
Secretario Académico

Dr. Marco Antonio Meraz Ríos  
Secretario de Planeación

C. P. Guillermo Augusto Tena y Pérez  
Secretario Administrativo



**Cinvestav**

La revista *Avance y Perspectiva*, antes *Cinvestav*, órgano de difusión del Cinvestav-IPN (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional) 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 octubre-diciembre, nueva época, volumen 1, número 3, se terminó de imprimir en el mes de marzo de 2009. El tiraje consta de 3000 ejemplares. Editores responsables: Susana Quintanilla Osorio y Miguel Ángel Pérez Angón. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2008-102914483900-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (en trámite). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (en trámite). ISSN 1870-5499. Domicilio de la Publicación: Av. Instituto Politécnico Nacional, núm. 2508. Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 073360, Deleg. Gustavo A. Madero, México D.F. Imprenta: Litoláser S.A. de C.V., Primera Privada de Aquiles Serdán núm. 28, Col. Santo Domingo Azcapotzalco, C.P. 02160, Deleg. Azcapotzalco, México D.F. Distribuidor: Cinvestav, Av. Instituto Politécnico Nacional, núm. 2508. Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 073360, Deleg. Gustavo A. Madero, México D.F. Web del Cinvestav: [www.cinvestav.mx](http://www.cinvestav.mx)

La obra que se reproduce en las fotografías de este número es del artista plástico **Luis López Loza**, a quien agradecemos su colaboración.

Las fotografías que acompañan la sección *Espacio Abierto* son del fotógrafo **Carlos Blanco** y forman parte del Archivo Fotográfico del *DIÉ-Cinvestav*.



Jean Loney Lo  
Valle le 1900

# Alfredo Baños y el Cinvestav

---

México, D. F., a 15 de diciembre de 2008.

Dra. Susana Quintanilla  
Directora Editorial de la Revista *Avance y Perspectiva*  
Cinvestav  
Presente

Muy estimada Susana:

Me provocó una gran satisfacción leer en *Avance y Perspectiva* (abril-junio 2008) el artículo de los señores licenciado Francisco Collazo Reyes y doctor Gerardo Herrera Corral, relativo a la persona y obra del doctor Alfredo Baños como precursor y protagonista del surgimiento y evolución de la física y de la investigación académica en México.

Yo tuve la suerte de ser alumno del doctor Alfredo Baños en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional y disfruté sus enseñanzas, sustentadas en su amplio conocimiento de la física y la ingeniería eléctrica, y en su organizado método didáctico.

Como es sabido, el doctor Baños, promotor y fundador del Instituto de Física de la Universidad Nacional, fue víctima de una baja y torpe intriga que provocó su alejamiento de México; por lo que desarrolló sus importantes trabajos de investigación académica y de enseñanza fuera del país, especialmente en la Universidad de California, Los Ángeles.

Sin embargo, siendo yo Director General del Instituto Politécnico Nacional, le propuse al doctor Arturo Rosenbluth, Director del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados que invitase al doctor Baños a venir a México durante su año sabático en la UCLA. Afortunadamente, la invitación se hizo efectiva y el doctor Baños vino al Centro a impartir un curso y escribir buena parte de su libro *A Dipole Radiation in the Presence of a Conducting Half-Space*, el cual terminó en la UCLA y en cuya versión definitiva incluyó una nota que hace referencia al hecho de que, en gran medida, la elaboración del texto la realizó durante su estancia como profesor visitante del entonces recientemente creado Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Me da gusto que, aunque con notable retraso, se haga parcialmente justicia a la memoria de don Alfredo Baños. Da pena que la envidia y la ausencia de altura de miras hayan impedido que tan distinguido mexicano contribuyera más directa y continuamente al desarrollo de la educación y la investigación científica en México.

Aprovecho la ocasión para desearle una Feliz Navidad y un Año Nuevo pleno de realizaciones y felicidad.

Atentamente  
Ing. Eugenio Méndez Docurro



# Acerca de “nuestro” Juan Manuel

Antonia Candela

## Fundador del DIE

Juan Manuel Gutiérrez Vázquez era una persona de muchas facetas, con gran cultura y personalidad, que seducía mediante la conversación siempre entusiasta, cálida y erudita. Contagiaba su pasión por el trabajo (aunque a veces exagerara un poco), azuzaba la inteligencia y la creatividad de sus colaboradores, y compartía su interés por emprender proyectos con sentido social.

Las mayores pasiones de Juan Manuel fueron el arte y el desarrollo de proyectos sociales que aportaran algún beneficio a las mayorías, inicialmente de nuestro país y después de otros del llamado Tercer Mundo. Supo rodearse de amigos y de amor. Impulsó a sus seis hijos, de tres matrimonios, para que se desarrollaran en las actividades que ellos quisieran, con la única condición de que las disfrutaran y las hicieran bien. Creó y mantuvo un gran culto por las mujeres, tanto en sus relaciones laborales como en las amistosas y de pareja. Asumía gustosa y exitosamente tareas como cocinar e ir al mercado, que adoraba. Congruente con sus principios democráticos y de respeto por todos los seres, trataba con el mismo afecto y cortesía a un intendente y a cualquier otro trabajador administrativo, que a los secretarios de educación. Respetaba más la calidad humana que las jerarquías sociales. Por eso, entre sus más cercanos amigos estuvieron figuras públicas como Pablo Latapí, Marta Evelin, la bibliotecaria, Martita, la secretaria, artistas como Diana Bracho y sus alumnos de Ciencias Biológicas, entre otros muchísimos más.

Juan Manuel fue el fundador del Departamento de Investigaciones Educativas (DIE), lugar que no sólo ha desempeñado un papel preponderante en la educación nacional; también abrió un camino a quienes trabajamos en él. En un ambiente democrático, Juan Manuel mostró su capacidad como constructor de grupos sustentados en la comunión

Palabras pronunciadas en la reunión en recuerdo del doctor Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez, que se llevó a cabo el 3 de octubre de 2008 en el Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav. La Dra. Antonia

Candela es investigadora titular del Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav. [acandela@cinvestav.mx](mailto:acandela@cinvestav.mx)

de propósitos y enfoques. En el DIE logró integrar un conjunto de especialistas del más alto nivel, adscritos a diversas disciplinas sociales, naturales y exactas. Para este núcleo, mejorar la educación de los sectores mayoritarios de nuestro país ha sido un compromiso de vida, y no sólo un proyecto académico.

En 1971, año en que se formó el DIE, la educación no era reconocida como un objeto de estudio. La única institución dedicada a hacer investigación educativa era el Centro de Estudios Educativos, una asociación privada donde trabajaban los tres doctores en educación que había en México. El DIE fue la primera institución pública en ese campo y, actualmente, es la más sólida e influyente que existe en el país.

## Investigación básica y educación

La visión de Juan Manuel lo incitó a plantear, después de trabajar en los libros de texto de ciencias naturales para los niños y los auxiliares didácticos para los docentes de educación primaria, que el sustento de cualquier iniciativa de desarrollo educativo es la investigación básica en educación. Este principio aún resulta válido: después de más de treinta años de la creación del DIE, todavía se llevan a cabo propuestas didácticas nacionales que no parten de la investigación, que no toman en cuenta las necesidades de los alumnos ni los contextos locales de su aplicación. Hacer investigación educativa implica hacer de la educación un objeto de estudio, lo cual era una novedad para el sector público del México de ese tiempo.

Si bien Juan Manuel tenía una formación sólida en ciencias naturales, reconocía que la investigación educativa requería de un grupo interdisciplinario de especialistas, en particular de las ciencias sociales. Para entender la dimensión de esta decisión en los años setenta, basta con ver que, incluso actualmente, gran parte de los grupos que hacen investigación educativa a nivel internacional se encuentran en institutos de psicología, algunos de antropología, varios de lingüística y otros de historia, pero son muy escasos los que integran equipos interdisciplinarios.

La proyección de Juan Manuel está aún vigente: un tema importante de la agenda futura en investigación educativa consiste en lograr una articulación real entre los conocimientos generados desde las diversas disciplinas y campos que han estudiado esos procesos.

Otra de las decisiones visionarias de Juan Manuel, que influyó en la orientación del DIE y que desarrollarían los investigadores contratados, fue que se mantuviera un vínculo entre la investigación básica en educación y las propuestas de desarrollo educativo. Este planteamiento, derivado de las inquietudes sociales de Juan Manuel, respondía a no perder de vista que los proyectos educativos, si bien deben sustentarse en la comprensión de los complejos fenómenos que ocurren en el contexto escolar, son finalmente proyectos sociales y que sus principales preguntas de investigación provienen de las necesidades de la sociedad.

Estos esbozos, a lo largo del tiempo concretados por los investigadores del DIE (en su mayoría seleccionados por Juan Manuel), han mantenido a esta institución a la vanguardia de la investigación y el desarrollo educativo de nuestro país. Asimismo, le han permitido orientar la formación de sus egresados hacia el compromiso con el mejoramiento de la educación nacional.

## Hombre universal

La visión y las perspectivas de Juan Manuel se sustentaban en su formación como hombre universal. Desde los años cincuenta se reunía con intelectuales y artistas de la época. En casa de Roberto Fernández Balbuena (gran pintor que llegó a México con el exilio de la Guerra Civil española) y de su esposa Elvira Gascón (también pintora refugiada española), eran frecuentes las tertulias con Carlos Fuentes, Juan Rulfo, José Luis Cuevas y otros artistas renombrados. Juan Manuel estuvo en contacto con el Taller de Gráfica Popular (Leopoldo Méndez, Pablo O'Higgins, entre otros) y cultivó una relación personal con pintores como Rodolfo Morales, y fotógrafos destacados como Mariana Yampolski y Carlos Blanco. Si bien sus inquietudes políticas orientaron muchas de sus acciones, fue su dominio de la cultura



universal y el conocimiento de la diversidad cultural de nuestro país lo que alimentó su preocupación por enriquecer, mediante el arte y la ciencia, las experiencias y los conocimientos de los más amplios sectores de nuestra población. Sobre Juan Manuel podemos decir, con toda propiedad, que nada humano le era ajeno.

Fue amante y conocedor de la música –clásica y popular– y un intérprete con buen estilo, por cierto. Asimismo, dado su interés por las artes plásticas, artesanía y cultura popular, fue un asiduo visitante de museos en todos los países que frecuentaba. Ese saber del arte universal, que consideraba importante para la formación de los individuos, quedó plasmado en los libros de texto *Ciencias Naturales*. En ellos, la iconografía tuvo un especial cuidado: cada imagen que se incorporaba al texto debía tener una importancia didáctica y un valor artístico. Se reprodujeron obras de arte universal y nacional, así como otras imágenes escogidas para representar la amplia variedad biológica, social y cultural de nuestro país. Uno de los pocos intentos de censura que hubo por parte de la Secretaría de Educación Pública se debió a una fotografía: niños campesinos viendo una función de títeres y, en primer plano, una niña descalza, con rebozo, en cuyo rostro se observa una expresión de embelesamiento. Las autoridades consideraron inconveniente que los libros de texto reflejaran esa parte de nuestra realidad, la pobreza que aún afecta a grandes sectores de la población, pero Juan Manuel y el equipo de autores nos

opusimos planteando que dejaríamos de escribir. La fotografía fue incluida.

Gracias a la sensibilidad y la autonomía intelectual de Juan Manuel, en los años setenta esos libros de texto facilitaban el contacto entre nuestros niños y las manifestaciones de la cultura plástica universal, al mismo tiempo que proyectaban una imagen profundamente mexicana. Estos aspectos tan importantes en la formación de los niños: articulación del arte con la ciencia en un contexto claramente nacional, en el que todos los sectores de la población pueden reconocerse, quedaron plasmados en los textos básicos por más de 25 años. Desafortunadamente, han dejado de considerarse en los nuevos materiales elaborados por las autoridades educativas.

La vitalidad, la fuerza y el entusiasmo de Juan Manuel, aún presentes, se mantuvieron hasta el último periodo de su vida y en medio de su enfermedad. Creó productos originales y de gran calidad, como la revista *Decisio*, que sigue contribuyendo al flujo, siempre necesario, de la investigación hacia los docentes y hacia los tomadores de decisiones. Su sentido común, tan poco común en realidad, así como su humanismo y orientación nacionalista le permitieron ser, hasta el final, una voz reconocida y respetada para juzgar y orientar proyectos educativos tanto en México como en el extranjero. Quiero, finalmente, agradecer su gran sentido del humor y su enorme calor humano. Quienes lo conocimos, nunca podremos olvidar los abrazos de Juan Manuel.



# Juan Manuel entre nosotros

Pablo Latapí Sarre

## Ánimo indomable

Quiero compartir dos recuerdos recientes de Juan Manuel. El primero data de hace más o menos un año, cuando Sylvia Schmelkes organizó en su casa una comida en honor de Juan Manuel. A la hora del café le dirigí unas palabras. Recordé el consejo que Sancho Panza daba a Don Quijote cuando éste estaba apunto de morir: "No se muera vuestra Merced, sino tome mi consejo y viva muchos años, porque la mayor locura que puede hacer un hombre en esta vida es dejarse morir sin más ni más, sin que nadie le mate ni otras manos le acaben que las de la melancolía". Le deseaba yo a Juan Manuel que siguiese activo en sus innumerables iniciativas, con el ánimo indomable que le caracterizaba.

Mis palabras debieron haber conmovido a Juan Manuel, pues a los pocos días me hizo llegar un dibujo hecho por él acompañado con la siguiente leyenda:

Como tímido reconocimiento (a tus muestras de afecto por mí) aquí va esta tarjeta, elaborada con mis propias manitas: escogí, compré y corte el cartoncillo; reproduje, reduje y corté el cuadro en la fotocopidora; péguelo éste en aquél, y la tarjeta quedó lista. El cuadro lo pinté a pastel hace como veinte años, en Quetta, Pakistán, en donde trabajé varias veces por cuenta de la Universidad de Bristol.

Entendí que enviarme esta pintura era como regalarme un pedazo de sí mismo, de sus sentimientos. Encuentro en este cuadro un estado de ánimo de placidez, de paz, de aceptación, de esperanza; las líneas rectas de las construcciones, los colores, la perspectiva que se enmarca contra el cielo azul, todo me habla de alguien que está en paz consigo mismo. Lo tengo en mi mesa de trabajo como un recuerdo que me hace presente a Juan Manuel.

Palabras pronunciadas en la reunión en recuerdo del doctor Juan Manuel Gutiérrez Vázquez, realizada el 3 de octubre de 2008 en el Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav. El Dr. Pablo Latapí Sarre es

investigador del Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México. [platapis@prodigy.net.mx](mailto:platapis@prodigy.net.mx)



## Educación y vida cotidiana

El segundo recuerdo se refiere al prólogo que Juan Manuel me pidió para su último libro, a principios de 2008: *Educación y vida cotidiana*. Con esta ocasión intercambiamos opiniones sobre la organización del contenido del libro. Para él eran muy importantes estos textos y los reescribió con gran esmero para la publicación.

En el prólogo afirmo, refiriéndome a él:

Quienes lo conocen personalmente o quienes tenemos el privilegio de considerarnos sus amigos sabemos que es una persona extraordinaria en la que confluyen, en admirable sinergia, vertientes humanas rara vez presentes en un solo individuo: el científico, el educador de aula y de fuera de aula (en todo el abanico de niveles y modalidades del sistema educativo), el asesor de gobernantes, el productor de medios educativos, el escritor crítico, el comunicador por excelencia y el artista profundo, sensible y erudito. A quienes lo hemos tratado nos ha hecho mucho bien tratarlo; nos ha contagiado un poco de su gozo por vivir que irradia en actitudes de bondad, de tenacidad, de amistad generosa, de fineza de espíritu, de apertura al mundo, de afición a lo no convencional, de cercanía humana.

Y al final escribo:

Confieso que al aceptar la generosa invitación de Juan Manuel a escribir este prólogo, pensé que sería para mí un ejercicio académico. No fue así: la lectura del libro fue una experiencia humana profunda que me acercó más a la persona del autor, a sus valores, a su manera de vivir su vida y, ahora, de estar enfrentando su muerte, dada su enfermedad terminal. Varias veces me enternecí y hube de suspender la lectura para meditar por mi cuenta, para conversar en mi interior conmigo mismo o con Juan Manuel a partir de lo que acababa de leer.

En dos textos de este libro Juan Manuel levanta el velo sobre sus sentimientos ante la muerte. En el primero, narra su reacción ante el inexorable diagnóstico; cómo decidió hacer frente al problema “con entusiasmo y con alegría”, “cambiar de actividad profesional” reduciendo los viajes, y recurrir al arte para “ver para adelante y recomenzar con entusiasmo mi vida nada menos que a los setenta años”. Juan Manuel decía:

El arte –música, pintura, teatro, poesía, cine– nos ha señalado [...] aspectos del vivir que quizás no habíamos percibido en esa dimensión, nos ha iluminado ángulos y salientes de la vida y del ser humano y por lo tanto de nosotros mismos que no habíamos tomado en cuenta con esa nueva luz.

Por el arte, afirma, en el que se funden espíritu y materia, se llega

[...] al más grande aprendizaje de todos: que cuerpo y alma, forma y fondo, substrato y esencia, carne y fantasía, son una y la misma cosa, son aspectos varios de lo indivisible, del ser humano, de nosotros, que no podemos ser fraccionados en partes sin que dejemos de ser eso, justamente, humanos.



## Construcción de la libertad

En el segundo de los textos que estoy citando profundiza en la manera como reaccionó ante su enfermedad: "Me he resistido a la idea de dejar de trabajar, pues el trabajo, la búsqueda de la verdad y de la belleza, las buenas acciones y la construcción de la libertad son lo único que justifica social y moralmente la existencia del ser humano". Aunque ante la muerte sentimos que "*estamos extraviados para el mundo*" al grado de que "*el mundo piensa que ya he muerto*", "*yo vivo solo en mi propio cielo, en mi amor, en mi canto*" (según dice una canción de Mahler que evoca en el texto). Juan Manuel encuentra esta misma nota de afirmación triunfante en una canción de Schubert: "*Descansa, guerrero, la guerra ha terminado, duerme tu sueño, nada te despertará*", melodía "que finaliza con algo así como una plegaria". Él ha entendido que estas experiencias, estas reacciones ante la inminencia de la muerte, son como avisos terminantes y aciagos: estás ya extraviado para el mundo y debes descansar porque la lucha del guerrero ha terminado. Pero la reflexión comprometida continúa: "El problema es, entonces, el de siempre: ¿de dónde venimos? ¿Hacia dónde vamos? ¿Cómo llegar con sabiduría al lugar hacia el cual nos dirigimos? Habrá que seguir caminando, con los ojos bien abiertos hacia fuera y hacia adentro, el tramo que queda para averiguarlo".

Juan Manuel parece decirnos: los retos de la vida nos invitan a educarnos; el reto supremo, el de la muerte, también lo hace, de otra manera: la muerte forma parte de la vida; también ella nos humaniza. Y las preguntas últimas sobre lo que somos nos regresan al punto de partida que no elegimos, el del misterio que somos. Él, educador al fin, nos lo está enseñando con su ejemplo.

Al compartir estos recuerdos de Juan Manuel, comparto también mi convicción de que él sigue presente y seguirá presente entre nosotros. Las personas que nos han amado y a quienes hemos amado, al morir, no desaparecen en la nada; siguen presentes, de manera diferente, en nuestro interior. No están presentes sólo porque los recordemos, sino por lo que dejaron en nosotros, por su amor, por sus ejemplos, por sus ideales y convicciones, por lo que compartieron con nosotros. Su manera de ser es ahora parte de nuestra manera de ser. Los que seguimos viviendo lo llevamos dentro, como parte de nosotros. Los padres difuntos, los cónyuges e hijos difuntos, los amigos difuntos son presencias reales con las que nos encontramos todos los días al encontrarnos con nosotros mismos.

Por esto me alegra inmensamente que Juan Manuel esté presente hoy entre nosotros, pues en todos los que nos hemos reunido, él sigue presente como parte de nosotros mismos.



# La muerte de un gigante: Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez

Víctor M. Toledo

Los seres humanos pueden dividirse en tres grandes grupos: los enanos morales y mentales, a los que se observa por medio de una lupa y que suelen ser los autores de las grandes fechorías de la historia; los que conforman la normalidad y el promedio, y los que, dotados de un inexplicable conjunto de habilidades y talentos, destacan por su humana inmensidad. Juan Manuel Gutiérrez Vázquez pertenece a este último grupo de gigantes. Con sólida formación en la química y en la biología, su pasión fue la investigación educativa, la pedagogía de avanzada y la promoción y puesta en práctica de proyectos novedosos de educación en el entorno mundial. Fue un mexicano que se colgó varias medallas de oro en el extranjero sin que nadie en su país se enterara. Hombre de cultura descomunal, lo mismo podía hablar con sapiencia sobre la estructura química del universo o la evolución biológica, que sobre las nuevas corrientes pictóricas, los grandes compositores clásicos o los métodos de la comunicación.

A sus vastos conocimientos le agregaría tres raros atributos: su capacidad para comunicar brillantemente sus ideas, a tal punto que era capaz de hacer vibrar auditorios enteros; su falta de pretensión y sencillez con la que varias veces detuvo y aniquiló la pedantería de la academia, y su auténtico compromiso social y político por las causas más nobles. Sus batallas por la justicia son numerosas, y entre ellas destaca su decisivo papel en 1968, cuando, siendo director de la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), defendió la dignidad universitaria y ciudadana. Por su actitud

La versión original de este texto se publicó en el diario *La Jornada* (22 de agosto de 2008). El Dr. Víctor M. Toledo es investigador del Campus Morelia de la UNAM, [vtoledo@oikos.unam.mx](mailto:vtoledo@oikos.unam.mx)



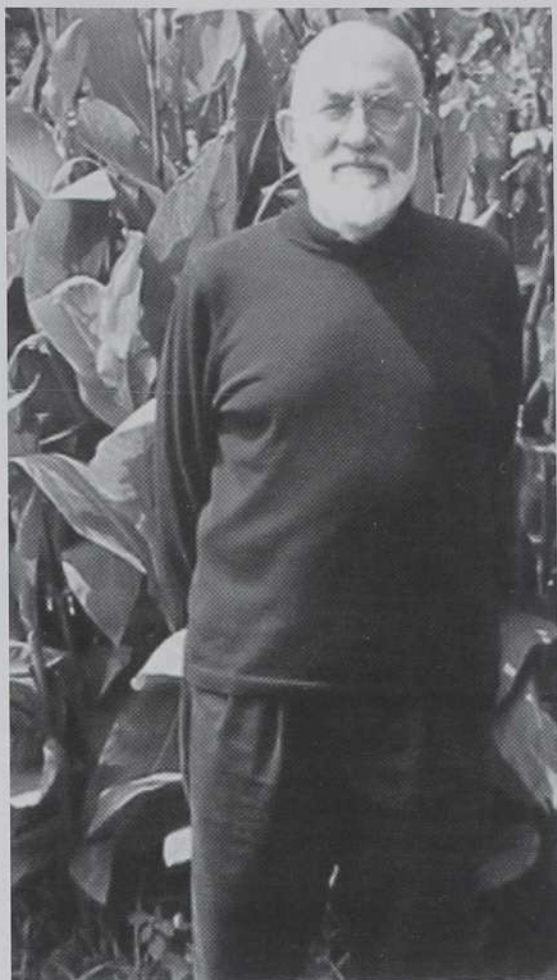
valiente jugó como politécnico papel equivalente al de Heriberto Castillo en la Universidad Nacional (UNAM).

Si recordar es existir, no puedo dejar de darle vida en tres momentos. Le conocí cuando, recién egresado de la licenciatura, asistí a una reunión durante la cual, junto con otros grandes maestros, fundó el Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. Ahí me contrató para editar la revista *Biología*, primera en su género. En esa época, su enorme barba y sus corbatas de moño lo hacían rápidamente identificable. Su imponente voz revelaba energía descomunal, y no podía ocultar un cierto halo de intelectualidad, que quedaba de inmediato disuelto por su alegría y la libertad de su pensamiento, alimentado de forma permanente por una imaginación inagotable.

Muchos años después lo encontramos haciendo una larga fila en la embajada estadounidense llevando un maletín negro y misterioso, que –aseguraba– contenía “todo el oro de Moscú”. Para esa época ya había fundado y dirigido dos nuevas instituciones: el Centro de Investigación y Desarrollo de Michoacán (CIDEM) y la unidad de Investigación Educativa del IPN. Autoexilado en Inglaterra, desde donde asesoró proyectos educativos en cerca de cuarenta países, lo dejamos de ver durante casi dos décadas, hasta que un día apareció en el campus de la UNAM en Morelia solicitando con humildad trabajo de investigador. Yo le respondí, tras mirar las ochenta páginas de su currículo, que a la UNAM solamente podría entrar como investigador emérito y que, en todo caso, tendríamos que hacerle antes un homenaje a su tremenda trayectoria de educador y académico.

Contratado en 2001 por el Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos (CREFAL), con sede en Pátzcuaro, fundó una nueva revista (*Decisión*) e inició nuevos proyectos. Desde su nueva ubicación impulsó con el gobierno estatal la cruzada por la alfabetización y todavía se dio el lujo, a pesar de su minada salud, de crear una nueva universidad regional de carácter intercultural e indígena.

Mi último encuentro con él fue en Morelia, en un auditorio pletórico, con quinientos maestros del estado, en el que compartimos las conferencias magistrales de una mañana cálida. Su disertación sobre la necesidad de integrar la percepción artística en la educación básica fue soberbia. Durante hora y media vimos decenas de imágenes proyectadas con



pinturas y esculturas, y escuchamos fragmentos de obras musicales clásicas, magistralmente comentados por él.

El mundo, pero sobre todo el país, ha perdido a uno de los grandes educadores de todos los tiempos. Al nivel de José Vasconcelos o de Isidro Fabela, merece ser reconocido por la sociedad mexicana, y muy especialmente por el sector educativo y magisterial. ¡Salud, Juan Manuel, hoy brindo por ti, ser excepcional, maestro inolvidable y subversivo, admirado gigante de estas sufridas tierras!



# Ver con el pensamiento

Alejandra Pellicer y Antonio Gómez

## Primeros años

Nací en la Ciudad de México en 1928. La ciudad era muy distinta a la de hoy. Mi barrio estaba en las afueras, con sus calles empedradas; ahora, prácticamente es parte del centro. Eran los rumbos de las colonias San Rafael y Santa María la Ribera, cerca de la Tlaxpana y la Santa Julia.

En mi casa siempre se vivió un ambiente muy interesante. Mi padre, hombre serio y puntual, venía de una familia conservadora, católica, de veinte hijos. Mi madre, en cambio, provenía de una familia revolucionaria. Mi abuelo y mi tío abuelo aprendieron a leer con un maestro rural que visitaba la ranchería una vez cada dos semanas; trataban las letras con ramas sobre la tierra, incluso sus tareas las hacían de esa manera. Con los años, los dos se convirtieron en profesionistas, uno abogado y el otro médico. Después se convirtieron en ministros revolucionarios, mi tío abuelo de Educación y mi abuelo de Gobernación.

Mi primaria y secundaria estuvieron muy influidas por una época de grandes cambios, de avances y consolidaciones, de apertura, y también de retrocesos y claudicaciones, sobre todo durante los gobiernos poscardenistas. Con la posrevolución México promovió la educación dentro de una política latinoamericanista muy importante, que se vivió en mi primaria, y en todo el país, con mucha intensidad. En la escuela y en mi casa leíamos textos de José Eustasio Rivera, de José Martí, de Rómulo Gallegos, de Leopoldo Lugones, de Luis Carlos Prestes, de Mariátegui. Mi familia



1967: Juan Manuel y la viuda de Luis Enrique Erro (astrónomo y escritor, fundador del Politécnico).

recibía regularmente la revista infantil *Billiken*, publicada en Buenos Aires.

Hice mi primaria durante el periodo presidencial del general Lázaro Cárdenas, en los años de 1935 a 1940, y también esa influencia se sintió mucho en mi formación. Viví la expropiación petrolera cuando yo estaba en cuarto de primaria, a los nueve años de edad. En todas las escuelas se comentó con preocupación que el dinero del gobierno no alcanzaba para pagar la deuda a las compañías norteamericanas, inglesas y holandesas. Entonces, todos los niños del país donamos nuestros ahorros escolares; los de la Ciudad de México nos fuimos al Zócalo con nuestras maestras a quebrar nuestro cochinito y entregar nuestros centavos al señor Presidente. A cambio nos dieron un anillo de metal muy burdo, que traía la fecha de la expropiación petrolera y que llevamos con orgullo en el cordial durante años. Esos son aprendizajes muy importantes ¿Quién no va a amar a su patria cuando se viven momentos como esos?

En mi casa siempre se escuchó mucha música de la que se denomina “clásica”. Mi padre contaba que a los siete años a mí me daba por bailar la Séptima Sinfonía de Beethoven. Cuando me hice más independiente, por allí de los 12 años, escuché mucha música por mí mismo, y no

salía yo de Bellas Artes, el Auditorio Bolívar de la Universidad (en San Ildefonso) y la Sala Chopin. En la casa de mi tío Antonio Zaldívar (que ni era mi tío, pero tenía que llamarle de alguna manera pues lo quería yo mucho y ya era hombre de edad), que era un buen pintor, semana a semana revisábamos libros de arte, con muchas reproducciones a color. Incluso llegué a dudar sobre si yo iba a ser pintor o científico. Durante un año dejé de estudiar microbiología en el Politécnico para dedicarme a la pintura en la Escuela de Pintura y Escultura de la Esmeralda. Pero en 1947 finalmente me decidí por la ciencia. Regresé a mis estudios de microbiología viendo que en la ciencia había aspectos estéticos tan importantes como en el arte.

## Cazador de microbios

Estudié microbiología en el Instituto Politécnico Nacional. Cuando se trató de escoger carrera, al término de la secundaria, le dije a mi familia que quería ser microbiólogo y nadie supo de qué se trataba eso. Consultamos con tíos y primos, y tampoco. Elegí al Politécnico porque tenía a la única escuela en el país que ofrecía microbiología como carrera profesional: la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, que había nacido como escuela de bacteriología y fermentaciones en 1934 en la Universidad Gabino Barreda.

Cuando decidí hacer bacteriología en el Politécnico, muchos en mi familia (sobre todo mis tíos y primos Gutiérrez) se horrorizaron de que yo fuera a una escuela que no tenía ninguna tradición, que iba a ser como las escuelas “Hijos del Ejército” también fundadas por el general Cárdenas para los hijos de los soldados, y hasta me decían que me iban a obligar a usar botas militares.

Mi inclinación por la microbiología empezó desde la escuela primaria. Una maestra, Esperanza Guevara, que era amiga de la casa y profesora de biología en secundarias, tenía en su departamento muchas láminas, grabados e ilustraciones alucinantes de foraminíferos, flagelados, algas microscópicas y bacterias; al verlos me empezaron a interesar los microbios; me gustaban los animales y las plantas, pero los microbios siempre me atrajeron mucho.

Entonces no se usaba mucho el término de microbiología, la palabra clave era bacteriología. Incluso la carrera se llamaba así, bacteriología, aunque se estudiaban también virus y protozoarios. Decía yo en aquel entonces a todo mundo: “¡quiero ser bacteriólogo!”. Había un libro titulado *Cazadores de microbios*, de Paul de Kruiff, que se hizo famosísimo en muchos países. Fueron pues diversas las influencias que tuve para hacerme microbiólogo: mi afición por lo pequeño y por el trabajo de laboratorio, el trato con la maestra Guevara, el haber sido alumno de la maestra Cantú y del maestro Maximino Martínez, la lectura reiterada de *Cazadores de microbios*, la belleza estructural de radiolarios y foraminíferos y otra serie de cosas.

## Docencia

Una vez graduado, mi vida profesional giraba en torno a dar clases de microbiología, investigar sobre la fisiología del bacilo tuberculoso y dar conferencias y asistir a congresos nacionales e internacionales sobre el tema. Mis primeros veinte trabajos y mis primeros dos libros fueron sobre asuntos microbiológicos. Me pasaba el día dando clases, trabajando en el laboratorio y escribiendo; la microbiología lo era todo. Recuerdo un incidente al respecto con un patólogo, el Dr. Schultz, en el Hospital Militar. Un paciente había muerto. Yo me encargué del diagnóstico bacteriológico *post mortem* y Miguel del histopatológico. El debate en la sesión clínica correspondiente fue tan encendido, sobre todo de mi parte, que Schultz aseveró tajantemente: “¡Lo que pasa, Dr. Gutiérrez, es que nosotros estamos de parte del enfermo, pero usted está de parte de los microbios!” En fin, yo estaba inmerso en la microbiología, que por lo demás es un trabajo que requiere de mucha atención, independientemente de que leas, estudies, saques tus resúmenes analíticos, discutas y todo lo demás. Es un trabajo que se hace de cerca, pegado a tu objeto de estudio. Claro que se utilizan aparatos como centrifugas, fotómetros, estufas, hornos, agitadores y lo que se quieras y mandes, pero el trabajo de cultivar las bacterias, verlas crecer, separarlas unas de otras, tener cultivos puros, es-

tudiar su fisiología y su comportamiento, todo eso se hace sentado en el laboratorio, cultivando bacterias.

La docencia también influyó en mi desarrollo. Además de todo lo que aprende uno de los alumnos, siempre me interesó mucho ser buen profesor. Estaba muy interesado en que el alumno aprendiera; me interesaba por el que se atoraba, me preocupaba por el joven que tenía problemas, por el que no podía hablar con facilidad de lo aprendido; eso me convirtió en un profesor muy popular con los jóvenes. Por ejemplo, en uno de mis grupos, una de mis alumnas, como de 17 o 18 años, vino a hablar conmigo a solas y me dijo: “Maestro, fíjese que tengo mi novio y tengo un problema; creo que tengo una infección en la vagina”. El que una adolescente le cuente a su joven profesor un problema tan personal es un indicador de la confianza que desarrollé con los muchachos. Les prestaba dinero (que casi nunca cobraba), hablaba de sus cosas, de sus problemas, de sus planes, les daba noticia frecuente de las películas más importantes en cartelera o de los conciertos que no se debían perder, etcétera. A la renuncia del Dr. Álvarez del Villar como subdirector de la Escuela, hubo mucha presión por parte de los muchachos y de muchos profesores jóvenes para que yo ocupara el puesto. Mientras fui subdirector me mantuve en mi clase, pero me alejé de la investigación. En esos años publiqué mi último trabajo original de microbiología. Me dediqué en cuerpo y alma a la Subdirección porque había que hacer mucho por la escuela. Empecé a llevar conferencistas de diversas disciplinas “blandas” a la escuela, educadores, pedagogos, sociólogos y psicólogos, situación que me criticaron mucho mis colegas científicos, quienes me decían: “¿Para qué viene un pedagogo aquí? Yo soy botánico, no me van a decir cómo voy a dar botánica”. Sigo convencido de que estaban equivocados a pesar de sus gritos de horror. Ese periodo fue muy importante porque tuve contacto con otras disciplinas y conocí otros enfoques de las ciencias sociales que yo no dominaba.

El Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología fue formado por un grupo de biólogos muy famosos, entre ellos Alfredo Barrera, Mauricio Russek, Arturo Gómez Pompa, Ramón Riba, Víctor Toledo y varios muy prestigiosos del Politécnico y de la Universidad. Llegamos a pensar

en hacer una pequeña universidad independiente. Recuerdo que hicimos una versión latinoamericana de un texto que estaba muy de moda en Estados Unidos, la versión amarilla del libro del BSCS hecho también por un grupo nacional de biólogos de los Estados Unidos. Nuestra versión tenía muchos ejemplos latinoamericanos y trataba de problemáticas de nuestro subcontinente, y tuvo un éxito tremendo (fue texto obligado en el CCH de la UNAM y en la Vocacional 4 del IPN y en varios países de habla hispana) que dejó millones de pesos. Nuestro Consejo donó todo el dinero para organizar y realizar cursos para profesores de primaria, secundaria y preparatoria. Nosotros fuimos siempre partidarios de ligar la investigación con la docencia y con la diseminación del conocimiento.

## Los jóvenes del 68

El movimiento estudiantil del 68 me tocó justamente siendo director de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Además de estar completamente de acuerdo con los planteamientos básicos del movimiento, me di cuenta (por mi experiencia política) de los peligros que corría. Estuve muy cerca de los muchachos, participé en todas las marchas, asistí a muchas reuniones, fui fundador de la Coalición de Profesores Democráticos en apoyo del Movimiento, di el Grito del 15 de septiembre en el IPN, mientras Heberto Castillo lo daba en la UNAM.

## El Departamento de Investigaciones Educativas

Entré al DIE cuando Luis Echeverría tomó posesión, el 1º de diciembre de 1970, y al día siguiente fui reinstalado como profesor titular en el IPN. En ese entonces se habló mucho de crear una institución que proveyera investigación para fundamentar decisiones de política educativa en el país, pues aquí se hacía muy poca investigación en este campo.

Participé desde un principio con el entonces director del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, el Doctor Guillermo Massieu; él estudió la carrera de micro-

biólogo unos seis o siete años antes que yo; después se doctoró en bioquímica. Estábamos muy en contacto con Víctor Bravo Ahuja, que era entonces secretario de Educación, con un grupo de subsecretarios sensacionales: el maestro Ramón G. Bonfil en educación básica (un personaje realmente extraordinario, salido de la base, maestro rural, organizador de las Misiones Culturales) y Roger Díaz de Cossío, en planificación educativa, un tipazo proveniente de la Dirección del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Ellos tenían la idea de crear un centro de investigación educativa donde se proveyera de evidencia empírica, de datos de investigación, de aportes conceptuales, para tomar decisiones de política educativa primero y promover una reforma educativa por instrucción presidencial después, es decir, la reforma educativa de Luis Echeverría. Para ello era necesario que en la educación básica se modificaran el currículo y los materiales educativos.

Algunos materiales educativos gratuitos ya estaban instituidos desde cuando yo iba en sexto de primaria; eran materiales textuales que salían en el periódico *El Nacional*, el periódico del estado; los domingos aparecían suplementos con lecturas, documentos e imágenes diversos. Pero ya libros de texto formales, hechos por la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, aparecieron hasta 1959, que en su última versión antes de la reforma de 1972-1976 se conocían como "los de la Patria", pues la carátula estaba hecha con un cuadro muy bonito de González Camarena, que mostraba a una joven patria. En esos libros había que modificar propósitos, métodos y contenidos y se sugirió que ya no se hicieran por concurso, como hasta en ese momento; porque se abría una convocatoria, concursaban las maestras del Consejo Nacional Técnico de la Educación y sus colegas, y siempre lo ganaban. Es decir que eran los mismos autores una y otra vez. En la SEP tuvieron la idea de encargar los libros a instituciones del más alto nivel académico, en los cuales escribieran también profesores de primaria en ejercicio.

Finalmente se decidió crear el DIE dentro del Cinvestav, el primer departamento de humanidades dentro de una institución que se venía dedicando a las ciencias "duras" y a las matemáticas. El DIE nació con la misión de

producir investigación para fundamentar las futuras políticas educativas nacionales, y además elaborar los libros de texto gratuitos de Matemáticas y de Ciencias Naturales para toda la primaria. Mientras tanto, el peso de elaborar los textos de Español y de Ciencias Sociales cayó sobre El Colegio de México, aunque el DIE se encargó durante el primer año de la coordinación de todo el proyecto de los libros en las cuatro áreas. Por ser instituciones del más alto rango académico que atendían solamente los niveles de posgrado, el número de profesores y alumnos en ambas era pequeño, estaban bien organizadas, y no había suspensiones, paros ni huelgas; el proyecto de los libros de texto no podía darse esos lujos. En cambio, en la Universidad y en el Politécnico, en donde había muchísimo talento, existía el peligro potencial de paros que podían durar semanas por problemas gremiales o estudiantiles. La SEP quería certeza en los procesos, los productos y los tiempos. Los grupos de talento ya existentes en el Cinvestav y El Colegio de México fueron reforzados *ex profeso* para el proyecto de los libros de texto.

Cuando el DIE se iniciaba, me invitaron Roger Díaz de Cossío y sobre todo el doctor Massieu, quien me conocía de muchos años atrás porque él era profesor y director de la escuela de Ciencias Biológicas en la que yo estudié microbiología y fui subdirector. El doctor Massieu, a quien en algún momento le surgieron dudas, sobre todo durante el movimiento estudiantil del 68, siempre fue muy leal conmigo y confió en que yo podía hacer las cosas bien. Yo estaba catalogado como *rojo recalcitrante* por mi participación en el movimiento del 68 y mi militancia en el Partido Comunista (del que ya había yo salido en malos términos años antes). El 68 acababa de pasar y en 69 todavía intentaban meterme a la cárcel. Massieu me invitó al DIE, pero no podía pasar mi nombre de inmediato porque estaba yo *quemado* por el movimiento estudiantil. Incluso, el que aparecía como coordinador del Grupo de Ciencias Naturales para elaborar los libros en esta área era el doctor Massieu mismo, aunque yo lo coordinase en términos reales.

El nombre y la misión del DIE se pueden atribuir a la influencia de Bravo Ahuja y de Roger, pues su idea era que la investigación no debería estar separada del desarrollo.

Todo dentro de un proceso continuo, pero siempre con productos terminales que funcionen en la práctica educativa. Desde luego que no es lo mismo una persona que está inmersa en el proceso de investigación y desarrollo en mecánica automotriz o en el diseño de nuevas drogas, que quien está metido en el manejo de los valores en el aula; esto supone otras competencias y otras destrezas. Pero, de alguna u otra manera, en los tres casos hay un continuo en la labor de los equipos de trabajo, en los procesos del trabajo. Yo creo que el DIE se fundó con esa idea. Es cierto que había la emergencia de los libros de texto, pero desde un principio había gente trabajando en problemas de gestión educativa, de educación intercultural, de lectoescritura, de evaluación del aprendizaje y de los sistemas que interesaban mucho a Roger y a José Antonio Carranza, colaborador sobresaliente de Roger en la SEP.

## Los primeros espacios, las primeras líneas de investigación en el DIE

Las primeras instalaciones del DIE estaban en un par de cuartos, allá en Zacatenco; éramos máximo quince personas. El grupo grande era el de Ciencias Naturales, pues nosotros incorporamos desde un principio a profesores de primaria que yo identificaba en distintas reuniones que tenía con decenas de ellos. Consultábamos también a experimentados educadores del DF (José de Tapia) y de provincia (Julio Chigo, un maestro indígena de San Andrés Tuxtla, Veracruz) y a numerosos científicos del Poli y de la Universidad.

En contra de lo que se piensa, yo no fui el primer jefe del DIE; fue el Ingeniero Carlos Gómez Figueroa, una muy buena persona, un muchacho que había estudiado su maestría en Filadelfia con Ross Ackoff, con quien Roger había hecho su doctorado. Carlos, a quien no he vuelto a ver, estuvo solamente alrededor de un año, no me acuerdo bien, y después me propusieron a mí.

Ahora el DIE se ha diversificado mucho con respecto a sus intereses. Se ha abierto muchísimo, porque en gran parte ahora son realmente educadores e investigadores en educación quienes están al frente. Formalmente yo no era



1970: una sesión del Consejo de Administración, fundador de la editorial Siglo XXI. Juan Manuel (Secretario del Consejo), Carlos Ímaz, Cortés Obregón y Sergio de la Peña, entre otros.



1972: Juan Manuel entrevistado durante la segunda Conferencia Interamericana para la Enseñanza de la Biología, celebrada en Asunción, Paraguay.

educador ni investigador en educación, tampoco lo era Carlos. El hecho de que ahora esté conformado por investigadores en educación, coordinado y orientado por educadores e investigadores, le da otro sentido e identidad. El DRE ha madurado, pero algo muy importante es que siga conservando y no vaya a perder la continuidad de los procesos y la interacción entre la investigación y el desarrollo, que siga entregando al sistema educativo prototipos, productos que se puedan usar, ya sean planes, programas, curricula, materiales educativos, documentos críticos, elaboraciones conceptuales que el educador y el sistema puedan usar en la práctica institucional y no formal de la educación. Sabemos que no se le puede pedir a un pensador que de repente haga un nuevo tipo de llanta para automóviles, pero, en cambio, es posible que la institución y los grupos que están en ella trabajen conjuntamente y hagan la investigación en equipo hasta tener un prototipo de significación el cual seguir o del cual sacar un producto terminado en un tiempo razonable.

### La enseñanza de la ciencia, los libros de texto y los materiales educativos

Soy partidario y defensor del material educativo y del libro de texto como tal. Después de todos estos años encuentro que, en términos generales, la escuela como institución y el

docente como profesional están bastante desarmados en cuanto a cómo llevar un curso que cubra bien el contenido (con lo que me refiero a ver pocas cosas bien y no muchas mal), ya se trate del quinto grado de primaria o de un curso de biología o de matemáticas en secundaria, si no cuentan con los materiales curriculares respectivos. Las armas que se proporcionan a los futuros docentes en las escuelas normales están para llorar, son planes de estudio viejísimos en su concepción, contenidos antiguos, muy teóricos o por el contrario muy mecanicistas; mientras que en otros países el profesor se forma trabajando en la escuela primaria o secundaria apoyado por profesores de psicología educativa, de sociología educativa, de política educativa, de didáctica, de teorías del aprendizaje, de los contenidos que se van a enseñar, en México se “forman” en la escuela normal con unas cuantas “prácticas” en el nivel educativo en el que eventualmente van a trabajar. En nuestro país hay una metáfora al respecto que refleja esta situación: se dice que muchos profesores de la normal son como los críticos de arte, que te dicen cómo pintar aunque nunca hayan pintado en su vida. Me preocupa mucho una escuela que no tiene materiales para los alumnos, los maestros y los directivos, donde todo el tiempo está dedicado a la repetición de los contenidos de las matemáticas y del español, y en donde el tiempo, que buenamente sobra, se dedica a las ciencias, a la tecnología, al arte, al civismo y a fomentar valores.



1996: convivio por la develación de la placa en la Biblioteca del DIE. Juan Manuel, María de Ibarrola y Marianne Yampolsky.

No creo en la autosuficiencia del material didáctico. Considero que es una buena herramienta, una provocación para la acción, pero si no hay acción entre el docente y los alumnos, el material no vale la pena. Claro que puede ser un material que favorezca la acción o puede ser un material que la entorpezca, hay buenos y malos materiales. Pero el material por sí mismo no hace nada, no creemos en los materiales “a prueba de maestros”. Muchas de las ideas contenidas en el libro de texto vinieron de los docentes que estaban trabajando con nosotros. Fue un ejemplo de cómo contar con el apoyo de los prácticos de la educación, de su quehacer y de su experiencia. En mi equipo tuve cuatro o cinco hombres y mujeres de ciencia, investigadores de punta en biología, física, química, astronomía y ciencias de la Tierra, pero había 10 y hasta 15 maestros en ejercicio comisionados con nosotros, de ser posible con doble plaza para que estuvieran trabajando por la mañana en las escuelas y en la tarde con nosotros. Porque si un maestro se aleja de la práctica en un proyecto de estos, que se da cuenta de que es muy bonito y le fascina, y le encanta tanto, a los cinco años ya no quiere volver al salón. Creo que una cosa son los aportes de la investigación, de la pedagogía, la psicología y la didáctica, y otros muy diferentes los que provienen del quehacer diario en el salón de clase.

Creo que en gran parte el fracaso educativo en nuestro país viene de la gestión. No es del material, o de la capaci-

dad docente, sino de la institución que promueve o incluso permite hacer las cosas de cierta manera, en donde una gestión eficaz y eficiente está totalmente ignorada. Apenas se empieza a ver dentro del sistema educativo qué es gestión escolar, por ejemplo, en las escuelas donde yo me he presentado entienden por gestión escolar el llevar las cuentas de la cooperativa. Y por lo que toca a la gestión en la escuela como institución educativa, en la zona escolar o en el sector escolar, olvidense, se reduce a firmar oficios y repartirlos (tarde), favorecer a las amistades y hacerle la vida imposible a los demás.

## Fundar otras instituciones

En 1981 estaba yo un poco fatigado de la Ciudad de México y generé la oportunidad de hacer un proyecto del DIE, pero fuera de la ciudad, en un lugar en donde no había mucha experiencia en proyectos federales y nacionales como se hacían acá. Es bien sabido que aunque se saliera a trabajo de campo, los proyectos siempre estaban en el centro. Por otra parte, visitando la provincia me di cuenta de que no había yo trabajado mucho en el interior del país. Me inspiró mucho el trabajo de Elsie Rockwell, con los Cursos Comunitarios y todo lo que hizo con los chicos marginales. Entonces vi la posibilidad de hacer algo así en ciencias. Por

ese tiempo se inició en el DIE un proyecto llamado "11-14", que establecía centros de educación primaria muy poco convencionales en zonas marginales urbanas, con horarios y currícula flexibles, para chicas y chicos que habían abandonado la escuela primaria. No se pedía ninguna documentación para ingresar, ni siquiera la tan traída y llevada acta de nacimiento. Yo formé el grupo encargado de la parte de ciencias y, como de costumbre, aprendimos mucho. También influyó que mis hijos crecieron y comenzaron su vida por su lado. Entre tanto, yo me casé con Ruth, mi tercera esposa, a quien le gustó mucho la idea de irnos a provincia. Fue así que armamos el proyecto de Pátzcuaro y nos fuimos para allá siendo yo profesor del DIE. Entonces se formó el Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en el pueblito de Tzurumútaró (menos de mil habitantes).

El CMECT realizó un diagnóstico de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria en Michoacán para lo cual recorrimos todo el estado, y varios estudios más; se capacitaron docentes, se publicaron revistas y materiales para maestros, hubo revistas para niños, se fundó el club de ciencias para hijos de pescadores y campesinos.

Después el proyecto creció y tuvo mucho prestigio en el estado, hasta la Universidad Nicolaíta se fijaba en nosotros, en nuestra casita de adobe en el pueblito y hasta allí llegaron desde Frankfurt los alemanes de la GZT a visitarnos e invitarnos a trabajar para el sandinismo en Nicaragua. El gobernador del estado, Cuauhtémoc Cárdenas, por medio del secretario de Educación, nos dijo que existía la intención de crear un centro para el desarrollo de la investigación en Michoacán. Me propusieron incorporar a otros científicos para abrir nuevos campos (ecología, desarrollo tecnológico) y que nosotros seríamos el grupo de educación. Hablamos aquí en el DIE y aceptamos. Así se creó el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, el CIDEM, y yo fui su director general fundador, todavía como proyecto de un grupo ligado al DIE, pues aún era yo profesor del Departamento, lo cual le dio mayor prestigio al CIDEM. Con el cambio de gobierno en el estado, entró como gobernador Luis Martínez Villacaña, persona de entendimiento muy menguado, que intentó meter al CIDEM mucha

gente del PRI y convertir el Centro en un aparato político, por lo que renuncié y con la plaza de profesor del DIE me jubilé después de 37 años de servicio para la Secretaría de Educación Pública. Formalmente lo hice en enero de 1987, después de haber sido un año director del CIDEM y dos años y medio del Centro Michoacano para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Y aunque desde que era microbiólogo ya había yo viajado bastante, en 1987, a los 58 años de edad, inicié una carrera casi totalmente internacional, residiendo en la ciudad de Bristol (de cuya universidad fui profesor de currículo durante diez años) y trabajando en más de cincuenta países de América, Europa, África, el Medio Oriente y el Sudeste de Asia.

## Desarrollar una actitud científica

Yo no sería muy partidario de enseñar como lo hicimos hace cincuenta años, orientados por la cantidad de ciencia que se tenía que saber. Ahora yo sería más de la idea de cómo desarrollar una actitud científica y de cómo desarrollar una competencia científica para poder moverme en mi entorno. No se trata de ver quién sabe más, se trata de ver cómo pienso y cómo me comporto en virtud de lo que sé, esto es, de dominar los procesos y la información que haga falta para ello. Por ejemplo, creo que en la ciencia es muy importante que razonemos, que desarrollemos nuestras competencias para la observación, el pensamiento crítico, la solución de problemas, la participación, la comunicación. El hecho de que en ciencia tengamos que fijarnos bien en lo qué está pasando, en cómo se relaciona con lo que ha pasado antes, en intentar predecir lo que va a pasar, y en cómo se analiza todo esto, nos hace buenos observadores. Desgraciadamente, tanto en la enseñanza tradicional del español como de las matemáticas y de las ciencias sociales no te hacen buen observador. El contenido no se relaciona con lo que realmente está pasando dentro y fuera del salón de clases; y en esta vida tienes que ser un buen observador, un buen pensador, un buen comunicador, un resolutor de problemas, un participante crítico. En vez de que el profesor haga ver el hecho social que

está ocurriendo allí en el salón de clase, o en la escuela, o en la calle, o en la familia, pues simplemente lo evade para “enseñar” lo que dice el libro de texto. Es un problema de didáctica, sí, pero va más allá: se trata de cómo enseñar y de qué enseñar. Creo que en la vida ser un buen observador crítico y participante que se pueda comunicar constituye una competencia básica muy fundamental. En las ciencias hay mayor oportunidad de serlo por el hecho de que ahí está el “canijo” objeto y no solamente su nombre o su descripción. Tienes que estarlo observando, analizando de manera crítica, manipulando, comparando, porque se va a discutir posteriormente.

La ciencia tiene un papel fundamental en la escuela primaria no porque las personas vayan a ser científicos, sino porque chicas y chicos desarrollan sus intereses, piensan, critican, analizan, participan, observan, se comunican, resuelven problemas reales y eso educa. Y de paso aprenden tres o cuatro cosas que van a ser útiles para no hacer estupideces como ir al supermercado y comprar pura basura, o contagiarse a lo idiota de una enfermedad infecciosa o colaborar con el suicidio ecológico del planeta o dejarse convencer por los anuncios de la televisión y los periódicos.

Seguramente es excesivo decir que la ciencia tiene ventaja sobre otras disciplinas en la educación básica; cada quien habla maravillas de su propio campo, pero el hecho de trabajar con cosas materiales, físicas, sobre las que vamos a discutir posteriormente, cambia la perspectiva. Chicas y chicos gozan con los experimentos y las observaciones. Sería sensacional, por ejemplo, si los alumnos desarrollaran en la clase de español su gozo por la poesía, sería maravilloso que los chicos hicieran poesía, que leyera buena poesía, y de verdad se divirtieran con ello; creo que los estaríamos formando como lectores gozosos. Desgraciadamente no veo una escuela primaria en donde el chico esté gozando con lo que lee, ¿verdad? En cambio, con los experimentos yo sí lo he visto. Por ejemplo, recuerdo que en una escolita rural de Veracruz, los niños hicieron sus experimentos con unas plantas un viernes, pero aunque el libro decía que había que leer los resultados a las 24 horas, el maestro dijo que lo harían hasta el lunes. Muchachas y



2001: Doña Margarita el día en que cumplió cien años, acompañada por sus hijos Juan Manuel, José Luis y Antonio.



López Loza





1989: en el jardín de su casa en Inglaterra, con un grupo de sus alumnos de posgrado de la Universidad de Bristol. Su hijo Tomás abajo, hacia la derecha.



1996: trabajando en el campo con un grupo de niños de primaria en los alrededores de Tegucigalpa, Honduras.

muchachos fueron al día siguiente, un sábado, y rompieron la cadena de la puerta para ver qué había pasado con las plantas. Un experimento que hace que los alumnos rompan la cadena que les impide el acceso a los resultados, indudablemente es un buen experimento, y yo no necesité de más evaluaciones para dejarlo en el libro de texto.

## Difundir la ciencia

Soy partidario acérrimo de los saberes compartidos, completamente. Entiendo que hay personas que son muy malas comunicadoras y que es mejor que no den una conferencia porque no logran generar interés por los saberes que dicen poseer, pero creo que se ha dicho mucho acerca de que la labor de un científico, amaestrado y doctorado o no, es la de hacer investigación, algo de docencia que no le distraiga mucho y sacar adelante la parte de administración que le toca. Para mí, las tres tareas que debería cumplir una persona dedicada a la ciencia son: investigación, docencia y diseminación de su saber, no solamente entre colegas, sino entre el público en general. La divulgación del conocimien-

to es fundamental para todas las sociedades. Se puede hacer bien o mal, y quien la hace mal es mejor que no la haga, pero como proceso es indispensable.

Todo científico debería desarrollar sus competencias como comunicador y ponerse en contacto con la gente, tanto para que las personas entiendan mejor lo que está pasando como para que participen más en los problemas que están ocurriendo a su alrededor, así como para que ella misma conduzca su vida. Recuerdo cuando fui director de la Escuela de Ciencias Biológicas en el Politécnico, cómo me impactó que en nuestras aulas y laboratorios se impartiese el mejor curso de microbiología sanitaria del país, pero cruzando la calle, en la casa de enfrente, una chica de ocho años murió de una intoxicación alimentaria; de manera que la difusión de nuestros conocimientos no alcanzaba ni a cruzar la calle.

En general, la diseminación que hagan los científicos debe lograr que las personas se formen y se informen, por lo que deberíamos participar más en escribir en los periódicos, en las revistas, estar en la televisión, dar conferencias públicas, que la gente nos entienda, eso es algo verdaderamente importante y que se debería de promover.



# Ética e investigación

Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez



Corría el año de 1959 y me encontraba yo trabajando en mi laboratorio de microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, en la ciudad de México. Acababa de cumplir mis treinta años de edad y tenía buenas razones para sentirme alegre y optimista: en menos de seis años había publicado seis trabajos de investigación originales en prestigiosas revistas mexicanas, latinoamericanas y estadounidenses. Algunos de ellos habían sido comentados en libros especializados en Estados Unidos y se encontraban como obligadas referencias citadas en los mismos, sobre todo el referido al tiempo de generación del bacilo tuberculoso (tiempo que toma un bacilo para dividirse en dos, dato no banal, por cierto: la mayoría de las bacterias se reproducen cada veinte minutos durante su fase de crecimiento exponencial, en tanto que el bacilo tuberculoso lo hacía cada 18 a 24 horas, de acuerdo con mis trabajos, realizados utilizando métodos indirectos relativamente originales. Y mi última investigación proponía un elegante, rápido y eficaz método microquímico para la diferenciación de los bacilos tuberculosos humanos con respecto a los bovinos (ambos infectan a los seres humanos), diferenciación muy engorrosa que por aquellos días tomaba semanas e involucraba la inoculación y sacrificio de conejos y cobayos. Invertí un año más en perfeccionar mi “prueba de mancha”, publicando otros seis diferentes trabajos de investigación sobre el asunto en América Latina, Estados Unidos y Europa. El método permitía incluso hacer la diferenciación de los bacilos por correo, sin necesidad de enviar cultivos de los

La versión original de este texto se publicó en *La Jornada Michoacana* (24 de noviembre de 2006).



bacilos mismos. Y fue entonces, a fines de 1959, cuando recibí en mi laboratorio la visita de un prestigiado investigador estadounidense, el doctor Maurice S. Tarshis, bien conocido por haber propuesto un nuevo medio de cultivo para el bacilo que nos traía tan ocupados a todos.

A pesar de algunas malas experiencias, yo todavía estaba convencido, por aquel entonces, de que los investigadores científicos conformábamos una comunidad motivada sólo por el avance del conocimiento, todos nosotros desinteresados, razonables, objetivos, justos y honrados, paradigmas de rectitud, respetuosos de las evidencias propias y ajenas y trabajadores infatigables en la construcción de un futuro más próspero y dichoso para la humanidad.

Tarshis se mostró muy interesado en mis trabajos, sobre todo en la "prueba de mancha", y yo le mostré métodos, técnicas y resultados de mis investigaciones. No volví a tener noticia de esta persona hasta que, ocho meses más tarde, me encontré un trabajo firmado por él en la prestigiada *American Review of Tuberculosis*, en el que hacía aparecer como suya mi "prueba de mancha", con modificaciones irrelevantes y sin dar ningún crédito a mis trabajos.

Por suerte, ya había yo publicado previamente algunos de mis artículos en la propia revista, misma que reconoció su error editorial y publicó una nota mía poniendo las co-

sas en su lugar. En fin, un caso espectacular de plagio y piratería científica, pero no importa, me dije yo, con tal de que el conocimiento y la ciencia siguieran para adelante. Después de todo, el asunto quedó aclarado y nadie volvió a saber nada de Tarshis en el mundo científico.

Pero eso es nada con respecto de lo que sucede ahora, y si comencé esta entrega con una anécdota personal fue simplemente para establecer un punto de referencia concreto entre un caso relativamente aislado del comportamiento inmoral de un investigador, ocurrido hace cincuenta años, y el amplio espectro de los problemas éticos que confrontamos en el campo de la investigación científica de nuestros días y que involucra no sólo a los investigadores, sino a los establecimientos en que laboran, incluyendo por supuesto a las corporaciones privadas. Esto ha dado lugar a que, por desgracia, también cambie la percepción que de estos problemas tiene el público en general, incluyendo a nuestros representantes y a quienes nos gobiernan desde las instituciones respectivas. Los investigadores sabemos ahora que no pertenecemos a un cuerpo relativamente consistente cuya virtud y probidad están fuera de toda duda; y los demás también lo saben: somos un grupo humano como otro cualquiera que no tenemos por qué reclamar privilegios especiales. Por supuesto que todos estamos a favor de la investigación científica dentro de una gestión adecuada y confiable, y eso debe quedar muy claro, pero es igualmente indudable que estamos obligados a ser más cuidadosos que nunca en el diseño y ejecución de las acciones en las que participemos como miembros de instituciones y cuerpos en los que se practica o de los que depende esta noble labor. De ninguna manera estoy implicando que el panorama es desolador, pero sí es preocupante, y son los propios investigadores quienes están señalando los ejemplos más notorios y ventilando su desasosiego públicamente.

Vamos a pasar revista a algunos de los muy diversos aspectos que a todos nos preocupan. Es claro que los problemas éticos son distintos en campos tan diversos como la física experimental, la química, la biología, las investigaciones médicas, la psicología, la genómica, la ingeniería molecular o la antropología; y las dificultades son también distintas si se trata de investigaciones básicas, aplicadas o

de desarrollo, de investigaciones documentales o de investigaciones empíricas. Voy a tratar, sin embargo, de identificar las cuestiones más generales que nos proporcionen una perspectiva más abarcadora.

Lo primero que se nos viene a la mente son los problemas éticos confrontados por el investigador mismo, como investigador, como académico y como persona letrada, y a ellos me voy a referir primero. Salta a la vista el caso del ignorante ilustrado, por muy investigador que sea, que afirma que la ética no tiene nada que ver con la ciencia, que la ciencia establece hechos, se preocupa por el conocimiento y por la verdad, y no tiene que ver con el bien ni con el mal. El marco axiológico de la ciencia se reduce a considerar si un conocimiento queda bien establecido o no; el conocimiento es bueno en sí mismo y es su aplicación la que puede torcer su destino, pero ésa no está ya en manos de los científicos sino de grupos sociales más amplios.

He escuchado a investigadores titulares decirlo en público, ante sus propios colegas, incluso en algún caso en que, para remate, quien hablaba hizo gala de una concepción en extremo cartesiana de la ciencia como producto o como actividad, de acuerdo con la cual, causa y efecto tendrían una relación biunívoca: encontrada la causa se resuelve el efecto y solamente ese efecto. Puesto en términos muy corrientes, diríamos que "muerto el perro se acabó la rabia". De las complejas relaciones entre ética e investigación científica daremos a lo largo de este artículo ejemplos varios; en cuanto a que encontrada la causa se resuelve el efecto, allí están la tuberculosis, la tosferina, el paludismo, el beriberi y muchas otras enfermedades, cuyas causas se conocen bien desde el siglo XIX, para la cura de las cuales contamos con los medicamentos necesarios desde hace decenas de años y para la prevención de algunas de ellas tenemos incluso vacunas, pero estos males siguen allí, enfermando y terminando con las vidas de millones de personas en todo el mundo.

Pero hay muchos otros problemas en los que el investigador tiene que tomar decisiones sobre si lo que está haciendo está bien o está mal. Comencé este artículo con un ejemplo de plagio flagrante, pero ya se imaginará el lector que hay otros muchos casos de apropiación ilegítima debi-

do a conversaciones, visitas, reuniones diversas, incluso entre colegas de la misma institución. Y hay casos más sutiles: ¿quién debe aparecer firmando una publicación? En otros tiempos y en otros países, Alemania por ejemplo, el jefe del departamento aparecía en todas las publicaciones que salieran del mismo, hubiese intervenido o no (mi tercer trabajo de investigación, sobre la permeabilidad de la pared alveolar en el pulmón, apareció firmado por quienes hicimos la investigación y por el director del instituto en que yo trabajaba, que no metió mano ni pie en ello). A menudo se omiten los nombres de ayudantes o de los alumnos del investigador. Se dan casos de chantaje moral por parte del investigador, en los que el estudiante que está haciendo su tesis teme molestar a su director por miedo a que no le dé crédito en el artículo respectivo. Y conozco ocasiones en que el investigador, que recibe una beca proporcional al número de tesis que se desarrollan bajo su dirección, alarga inhumana y moralmente el desarrollo del trabajo y retrasa la recepción o graduación de sus alumnos, con tal de seguir percibiendo el "estímulo" económico respectivo. También hay muchos ejemplos en los que colegas que llevan buena amistad, cultivan el "yo te pongo y tú me pones", esto es, que unos se ponen a otros como coautores de sus respectivos trabajos para terminar el año con el doble de publicaciones que las investigaciones que cada uno realizó en verdad, ya que el sistema de estímulos económicos se fija solamente en el número de publicaciones y la calidad internacional de las revistas en las que aparecen.

Esto de las becas y estímulos al investigador, ideados con poca imaginación, se vuelve más gravemente en contra de la calidad del trabajo que se desarrolla. Todos sabemos que es mucho más sencillo realizar una investigación "apolínea" (aquella en la que perfecciono y pulo algo que ya está establecido, a menudo algo que yo mismo establecí) que una "dionisiaca" (en la cual estoy intentando pegarle a algo realmente nuevo). También es cierto que es mucho más sencillo progresar en un tema modesto pero individual o personal, que puedo hacer solo, que en uno más ambicioso, que requiere de un equipo de investigadores. ¿Cuál es uno de los resultados de los famosos "estímulos"? Pues que hay cada vez más investigaciones apolíneas que dionisiacas,

más investigaciones en temas de menor aliento y aspiración pero que producen publicaciones seguras y aceptables, menos investigaciones realmente ambiciosas y originales sobre las cuales no sé cuándo podré publicar, más investigaciones que el científico realiza personalmente encerrado en su cubículo o en su laboratorio (o de plano en su casa), menos investigaciones realizadas por equipos multi e interdisciplinarios.

Es muy grave también que, por la presión para publicar y para ganar prestigio y “puntos”, el investigador “maquille” o modifique en favor de su propósito o su hipótesis de trabajo los datos que haya obtenido en la realidad, o que incluso los invente. El año pasado tuvimos el sonado caso de Hwang Woo-Suk, el investigador surcoreano en genómica que durante 2004 y 2005 falsificó y publicó los resultados de sus trabajos en la clonación de embriones humanos utilizando células embrionarias, como en el siglo anterior tuvimos a Charles Dawson y su famoso “hombre de Piltdown”, supuestamente descubierto en la ciudad inglesa del mismo nombre y que postuló como los restos humanos europeos más antiguos, fraude que tomó cerca de cuarenta años desentrañar. Por desgracia, no todo este tipo de engaño es tan sonado como para salir en la prensa internacional; el “cuchareo” de los resultados es una inmoralidad más frecuente de lo que uno se imagina.

Un asunto distinto, pero de la mayor importancia, es que el investigador asuma la responsabilidad moral de lo que hace, de los métodos que usa, de los sujetos que estudia y de los resultados que obtenga o del uso que puedan hacer otros de esos mismos resultados. Estamos en un mundo en el que muchas de las cosas que son posibles no son deseables, y el investigador debe estar consciente de la implicación ética de su trabajo y tomar su posición con respecto de lo que está haciendo. La solución de un problema casi siempre suscita una gama de problemas adicionales, y las posibilidades deben ser exploradas juiciosamente.

Campos como el de las fuentes alternativas de energía, la energía nuclear, por ejemplo, o la generación y diseminación de especies genéticamente modificadas, deben correrse con particular responsabilidad. Y no quisiera ni

mencionar la búsqueda de información en Internet, pues esa es harina de otro costal y constituye un problema enorme, pero es evidente que quien “sube” algo a Internet tiene responsabilidad en lo que harán con esa información quienes la “bajan”, ¿o no?

Todo lo anterior parecería indicar que las instituciones en las que se realizan labores de investigación deberían poner más atención en lo que hacen sus investigadores. Pero hay cosas todavía de mayor sustancia en lo tocante a la responsabilidad ética institucional y voy a tratar ahora de algunos ejemplos de ello. Los sujetos de estudio revisten en muchos casos particular consideración, y no me refiero aquí al sacrificio inútil y dispendioso de las vidas de muy numerosos animales de laboratorio, aspecto de todas formas condenable. Me refiero a las investigaciones médicas usando seres humanos, enfermos o sanos, e incluso muertos, pues se ha dado el caso de hospitales que han realizado investigaciones utilizando, sin el consentimiento de sus familiares, órganos de pacientes ya fallecidos. Si los investigadores en lo personal tienen aquí una gran responsabilidad, es evidente que la tienen, y en grado mucho mayor, las instituciones que requieren del uso de sujetos humanos de experimentación en sus trabajos.

El papel de las grandes corporaciones farmacéuticas es bien conocido y ha ido a dar hasta a las películas de ficción en el cine comercial (recuérdese *The Constant Gardener*, 2005, dirigida por Fernando Meirelles, con guión de Jeffrey Caine sobre una novela de John le Carré, con Ralph Fiennes y Rachel Weisz en los papeles estelares, relatando lo que sucedió recientemente en Kenya). En los años noventa se realizaron muchas investigaciones masivas en África, por parte de grandes consorcios productores de drogas para el tratamiento del Sida, utilizando para ello poblaciones de personas muy pobres y no bien informadas y poniendo en práctica procedimientos inaceptables. Existe la Declaración de Helsinki, donde se establece que la comparación de nuevas drogas debe hacerse siempre con respecto de las mejores con las que se cuente en el momento y no sólo entre nuevos medicamentos de efectos no bien establecidos, y se dice también que a todos los sujetos participantes se les debe ofrecer el mejor tratamiento disponible para sus ma-

les apenas termine el estudio de prueba; pero las grandes compañías no siguen la Declaración de Helsinki, simplemente escogen para realizar sus estudios regiones del planeta en que las normas éticas tácitas les permiten competir con ventaja con las compañías que se comportan con mayor compromiso moral. Es claro que los consorcios actúan con gran irresponsabilidad, pero igual lo están haciendo los investigadores que trabajan para ellos.

El asunto no es necesariamente fácil. Muchas de las pruebas clínicas se basan en metodologías "ciegas". Para evitar predisposiciones o sesgos introducidos por los participantes, sean sujetos de prueba o los mismos investigadores, ni unos ni otros saben lo que los pacientes o los "testigos" o "controles" están recibiendo, ya sea una droga u otra, o bien, un placebo supuestamente sin ningún efecto. Sólo un pequeño grupo o incluso una sola persona tienen acceso a todos los datos. Y en coyunturas más que diversas, ¿puede un cirujano, durante la intervención, introducir mejoras en la técnica quirúrgica establecida institucionalmente, o tiene que consultarlo y con quién (y a qué horas, pues está ya operando en ese momento)? Y todavía en circunstancias diferentes: ¿deben seguirse los deseos e indicaciones de pacientes terminales desesperados que están dispuestos a aceptar el recurso que sea? Un aspecto poco considerado es el de la "devolución" de la información obtenida a través de la investigación. De alguna manera ya me referí a este asunto en mi artículo "La privatización del conocimiento", publicado el 5 y el 7 de marzo de 2006 en *La Jornada Michoacana*. Cada vez es más frecuente que las investigaciones sean realizadas o financiadas por las corporaciones, y entonces los resultados nunca se "devuelven": quedan como propiedad privada de la corporación respectiva y el conocimiento es inaccesible incluso para los cuerpos académicos, ya no digamos para el público en general. Y si el caso de las investigaciones médicas es asunto muy importante, no lo es menos, éticamente, el de las investigaciones antropológicas, educativas, sociológicas y psicológicas, donde los resultados obtenidos casi nunca se ponen a disposición de las poblaciones o de los individuos que fueron "estudiados" o "investigados".

Recuerdo las investigaciones sobre desarrollo curricular en las que yo participé en México y en otros países en los años setenta y ochenta, en las cuales nuestro equipo de trabajo consideraba compromiso elemental que la primera población que debía contar con un reporte de la investigación (si no es que había participado ya desde el diseño y el desarrollo de la investigación y en la elaboración del reporte mismo) eran los alumnos, los profesores y los padres de familia de las comunidades escolares estudiadas. Comienza a hablarse del "código de las tres erres" en la investigación: rigor (rigor en la aceptación de participar en una determinada investigación, rigor metodológico, rigor en la presentación de los resultados, rechazo de toda forma de corrupción, incluyendo la corrupción intelectual); respeto (respeto por los sujetos de estudio, justificación suficiente de la investigación, respeto a las normas legales y morales, respeto por el medio ambiente y por la población en general, respeto por los colegas), y responsabilidad (actuar responsablemente a lo largo del proceso, no engañar ni malinformar deliberadamente o por descuido a nadie).

Qué tanto poner en práctica este código es un asunto ético para los investigadores, sobre todo porque los criterios para juzgar externamente cada caso no son todavía muy robustos. En todo caso, la preocupación se está extendiendo para incluir tanto responsabilidades individuales como compromisos sociales, y tanto países y regiones con códigos éticos relativamente bien establecidos como lugares en los que no existe una normativa al respecto. No hay relativismo moral que valga en un intento de justificar que las compañías norteamericanas realicen en América Central o en China las investigaciones clínicas que les están prohibidas en su país, o las europeas lo sigan haciendo en África o en la India. Los comités de ética e investigación científica locales, a menudo promovidos por la sociedad civil y no por los gobiernos, afortunadamente se extienden y se multiplican cada vez más de prisa.

Las consideraciones anteriores de ninguna manera son exhaustivas, pero ofrecen materia suficiente como para que nos apliquemos a ellas responsablemente.

# La privatización del conocimiento

Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez

Hasta hace algunos lustros, todos estábamos acostumbrados a la idea de que el conocimiento era algo del dominio público, era algo universal: cualquiera que así se lo propusiese podía, en principio, acceder a él. Claro que había excepciones, pero el conocimiento en general, y en particular el conocimiento científico, cumplía con cinco normas básicas:

El conocimiento científico es construido socialmente por la comunidad científica, la cual comparte con todos sus miembros su propia formación, los métodos que emplea, el financiamiento que recibe y los hallazgos y logros a los que llega. También comparte todo ello con la sociedad en general. Para eso se organizan reuniones y congresos, se publican libros y revistas académicas, se desarrolla un sinnúmero de comunicaciones personales y colectivas y se asiste a las escuelas, desde las de educación básica hasta las universidades, en las que el conocimiento puede ser socializado y aprendido. Por lo tanto, el conocimiento científico es un bien público, todos preferimos saber que no saber, esto es, que preferimos el conocimiento a la ignorancia: el conocimiento y la comprensión de cosas y eventos es un bien en sí mismo. El conocimiento científico es objetivo, demostrable, reproducible e impersonal, y por lo tanto cumple con los criterios de creencia, de verdad y de evidencia. No tiene una implicación puramente intelectual, ya que el conocimiento debe corresponderse con el fragmento de realidad respectivo al que está dirigido, el investigador cuenta con las evidencias para afirmarlo y por lo tanto cree en los resultados que obtiene. Aspectos tales como las características personales, raciales, de nacionalidad o de clase social de quien establece un cono-

cimiento, son irrelevantes. Por lo tanto, el conocimiento científico es universal. La motivación en la búsqueda y establecimiento de nuevos saberes es fundamentalmente la búsqueda de la verdad, no el prestigio personal, la escalada de puestos y jerarquías ni las ganancias que puedan lograrse. Por lo tanto, el conocimiento científico es desinteresado.

Los investigadores, quienes se entregan a la búsqueda de la verdad, tienen la libertad de seleccionar o escoger tanto los problemas que van a investigar como los métodos que van a utilizar. Por lo tanto, el trabajo de los investigadores, esto es, la actividad científica misma, es algo original.

Todo nuevo hallazgo, todo nuevo descubrimiento o invento, todo nuevo saber que va a formar parte de lo establecido, aun cuando sea temporal, debe ser sometido al análisis y a la crítica, al escrutinio abierto de la comunidad científica internacional, para su verificación. La comunidad científica se comporta, pues, como un ente escéptico que debe comprobar antes de creer.

La ciencia consistía, hasta hace poco, en la búsqueda desinteresada del conocimiento, la sistematización de los saberes acumulados y la socialización y utilización de los mismos en beneficio de todos. La ciencia era uno de los principales quehaceres de la humanidad que promovía la innovación y, con ello, la fuerza y la penetración de nuestro entendimiento y el bienestar de niños, mujeres, hombres y ancianos. Pero ahora las cosas parecen estar cambiando.

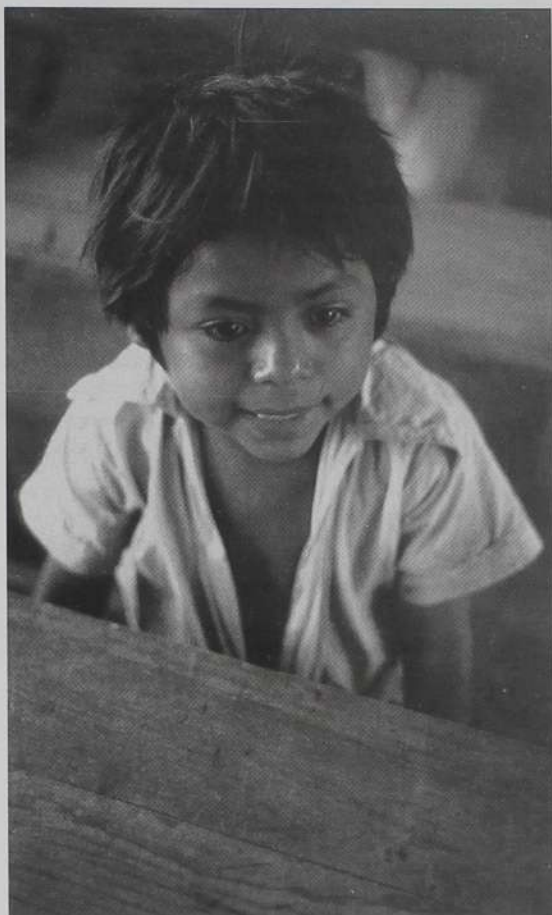
Las compañías privadas, principalmente las que producen medicamentos, las que estudian y manipulan el genoma

La versión original de este texto se publicó en *La Jornada Michoacana* (5 de marzo de 2006).

de los seres humanos, así como el de plantas y animales, las que hacen ingeniería molecular en general y las que manejan tecnologías de la información y la comunicación, invierten cada vez más en investigación aplicada y tecnológica, e incluso en investigación básica o fundamental, mientras los gobiernos invierten en el sector cada vez menos.

El caso del actual gobierno de México es verdaderamente patético, pues nuestras autoridades no se han conformado con disminuir la inversión del Estado en investigación científica en general, sino que incluso han desviado fondos para apoyar la investigación realizada por compañías privadas en detrimento del que asigna a las instituciones oficiales o autónomas e independientes. Alguna gente diría: "Bueno, de todas maneras lo importante es que se siga haciendo investigación, la haga quien la haga". Pero no es así, porque los resultados de la investigación realizada por instituciones públicas sigue cumpliendo con las cinco normas señaladas anteriormente, mientras que el nuevo conocimiento establecido por las compañías privadas es de su propiedad, es decir, que no cumple con las normas de ser un bien común, universal y desinteresado.

En sus manos, la ciencia deja de ser una misión moral para transformarse en una empresa comercial y el conocimiento se convierte en propiedad privada. Esto es una aberración, y no podemos dejar de señalarla. Hemos llegado al caso extremo de plantas cultivadas milenariamente por comunidades indígenas, plantas que por eso tienen ventajas de sobrevivencia que se han ido acumulando durante el proceso de selección, cruza y selección, cuyo genoma ha sido estudia-



do y descifrado por alguna compañía privada, con lo que dicha compañía patenta su descubrimiento y está ahora en posición de hacer pagar derechos a los campesinos que la cultivan desde tiempos inmemoriales.

Esto no se va a detener allí: se descubre un gene nuevo más o menos cada semana, y existen secuencias genómicas completas de los cromosomas humanos que son ahora propiedad privada de diversas empresas comerciales. No es posible imaginar siquiera lo que podría llegar a pasar, pero es evidente que lo tecnológicamente posible llegará a sobrepasar a lo moralmente deseable.

# Cuatro ideas sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica

Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez

Son muchos los indicadores que nos permiten ver un hecho que a todos preocupa: la enseñanza de la ciencia, en nuestro país y en otros países, se encuentra en recesión, cuando no en crisis. A pesar de ello, muchas personas en posición de tomar decisiones (funcionarios altos y medios, autores de planes, programas y libros, "expertos" en desarrollo curricular) parecen empeñados en llevar hasta sus últimas consecuencias un modelo educativo ya agotado y en gran parte responsable del estado de cosas actual: el modelo que se centra exclusivamente en la enseñanza de la ciencia como un conjunto de conocimientos, en nombre de un supuesto respeto por la ciencia en su concepción disciplinaria. Como se dijo ya, este modelo parece agotado, por lo cual resulta francamente alarmante la decisión de encargar su perfeccionamiento a equipos humanos en los que, para remate, los hombres de ciencia están ausentes.

La realidad nos está pidiendo a gritos que modifiquemos no sólo la metodología de la enseñanza de la ciencia sino su contenido. Con personas dispuestas a considerar tal modificación desearía yo compartir las ideas que siguen.

## La ciencia como conocimiento

De las cuatro ideas sobre la ciencia que van a ser aquí consideradas, esta es, por lo general, la única que la escuela toma en cuenta, cualquiera que sea el nivel educativo que imparta. Por desgracia, sigue imperando un manejo indiscriminado, no di-

ferenciado, no selectivo, enciclopédico y sacralizado de los conocimientos científicos. Se le da a la ciencia un tono descriptivo y asentado en conocimientos tradicionales hace mucho tiempo superados. No se distingue lo fundamental de lo accesorio (excepto para, escrupulosamente, enseñar lo accesorio y no enseñar lo fundamental). Se presenta la ciencia con un desarrollo lineal que le es ajeno, como una sucesión en que un conocimiento sigue a otro y un tema sigue a otro tema, y a otro, y a otro, sin ninguna estructura, sin ninguna organización. Por si algo le hiciera falta a panorama tan desolador, los conocimientos se presentan como verdades establecidas, incontrovertibles, dadas de una vez por todas, que el libro de texto supuestamente contiene, el maestro supuestamente sabe y al alumno no le queda más que escuchar y memorizar.

La enseñanza de la ciencia en nuestras escuelas tendría que tomar en cuenta, por lo que toca a los conocimientos, cuando menos los siguientes cuatro puntos básicos:

- El conocimiento de la realidad es un proceso, no un estado. Con esto queremos decir que el conocimiento nos permite acercarnos cada vez más a la realidad, nos permite comprenderla y conceptualizarla mejor cada vez. Como todo proceso, el conocimiento es algo dinámico, cambiante, que se va haciendo, que se va construyendo.
- Las llamadas verdades científicas son certezas prevalentes en un momento dado. Las aceptamos como bases para fundamentar nuevo conocimiento mientras nuevas evidencias sigan siendo consistentes con su certidumbre. Si se acumula suficiente evidencia en contra, tales certezas

Este texto fue publicado en: Gutiérrez-Vázquez, Juan Manuel, (2004), *Con paso lento y agitado. Ensayos educativos*, México, Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav.

son sustituidas por otras, que serán prevalentes mientras nuevas evidencias así nos lo permitan.

- Los conocimientos tienen diferentes jerarquías. Por una parte tenemos hechos, conceptos, ideas generales, teorías y leyes, y dentro de cada categoría también es posible jerarquizar: los conceptos de energía, sistema, gene, molécula, son más importantes en un curso general que los conceptos de escama, cóclea, quark o lantánido. Por otra, haremos tantas jerarquizaciones como temas, intereses u objetos de estudio tengamos: el concepto de difusión no es muy importante para comprender cómo se forma una roca extrusiva, pero resulta básico si queremos entender el proceso respiratorio. En todo caso, lo que se quiere decir es que debe tenderse a considerar hechos, conceptos, ideas generales, teorías y leyes fundamentales, que debe distinguirse entre unos y otros, y que siempre se discriminará lo básico de lo accesorio.
- Los conocimientos que se impartan deberán tener un papel definido dentro de grandes construcciones conceptuales que se correspondan con los principales componentes de la naturaleza. Ningún conocimiento deberá quedar “suelto”, “inerte” o validado por sí mismo; todos deberán ocupar su lugar y jugar su papel en la formación y comprensión de los esquemas conceptuales mencionados, mismos que se corresponderán con las grandes estructuras del universo. Por ejemplo, en lugar de hacerse un estudio descriptivo en que se vayan enumerando, uno tras otro, componentes y características de las diversas regiones biogeográficas de nuestro país, resulta de mucha mayor utilidad (y más fácil de comprender y de aprender) estudiar la estructura general de los ecosistemas y el papel que juegan sus componentes, para pasar después a ver cómo opera todo esto en el desierto, en la selva (zona cálida húmeda), en el bosque (zona templada), etcétera. De esta manera quedará claro el papel que juega el conocimiento en la comprensión de los fenómenos naturales.

Generalmente, esta concepción no es considerada por la escuela. Por una parte, el maestro se concreta a “dar” el conocimiento sin ninguna elaboración en la que los alumnos participen; por la otra, el alumno se concreta a escuchar y escribir, y casi nunca se le provee de la oportunidad de “hacer cosas”. La ciencia no es sólo conocimiento, también es

elaboración del conocimiento, su comprobación, su validación, la puesta en duda del mismo, su sustitución por conocimiento nuevo que se corresponde mejor con la realidad. Esto es que la ciencia es también investigación, búsqueda, quehacer, método. Lo hemos dicho muchas veces y lo repetimos ahora: ciencia no es solamente lo que ya sabemos sino la manera de buscar y encontrar lo que todavía no sabemos. Y el reflejo educativo de todo esto es fundamental: el conocimiento nos permite comprender los fenómenos naturales, en tanto que el método, el conjunto de habilidades, capacidades y destrezas que lo componen, nos permite estudiar los fenómenos por nosotros mismos, nos permite aprender de la realidad y no sólo de los libros. Y esto resulta de gran importancia no únicamente para hacer ciencia, sino para vivir nuestra vida de todos los días. Si educamos tomando en cuenta esta concepción como básica, nuestros alumnos no sólo adquirirán conocimientos y los organizarán para construir grandes esquemas conceptuales a que hice referencia, sino que desarrollarán su capacidad para identificar y definir problemas; aprenderán a observar objetiva y analíticamente y a hacer registros fieles y comprensibles de todo ello; desarrollarán su capacidad reflexiva y habilidades que les permitirán plantear proposiciones, suposiciones y predicciones lógicas e inteligentes y establecer relaciones entre hechos o entre ideas aparentemente no relacionados; se harán diestros en la consulta, esto es, en la búsqueda y el hallazgo de la información necesaria en donde ésta se encuentre; acrecentarán su capacidad y sus habilidades para diseñar situaciones experimentales, observacionales o documentales que pongan a prueba sus ideas, sus proposiciones, sus predicciones o las confronten con las de otros; serán cada vez más capaces de distinguir una cosa de otra, un fenómeno de otro, un objeto de estudio de otro, por sus propiedades y características más y más finas cada vez y por tanto más difíciles de percibir; serán también cada vez más capaces de discriminar o distinguir situaciones en las que las evidencias apoyan o sostienen una idea de aquellas en que las pruebas están hablando en contra de esa idea; serán cada vez más hábiles e incisivos en la discusión de resultados e ideas, con interlocutores o sin ellos, así como en la conducción de las discusiones de manera tal que se arribe a interpretaciones generales y a conclusiones; serán capaces de

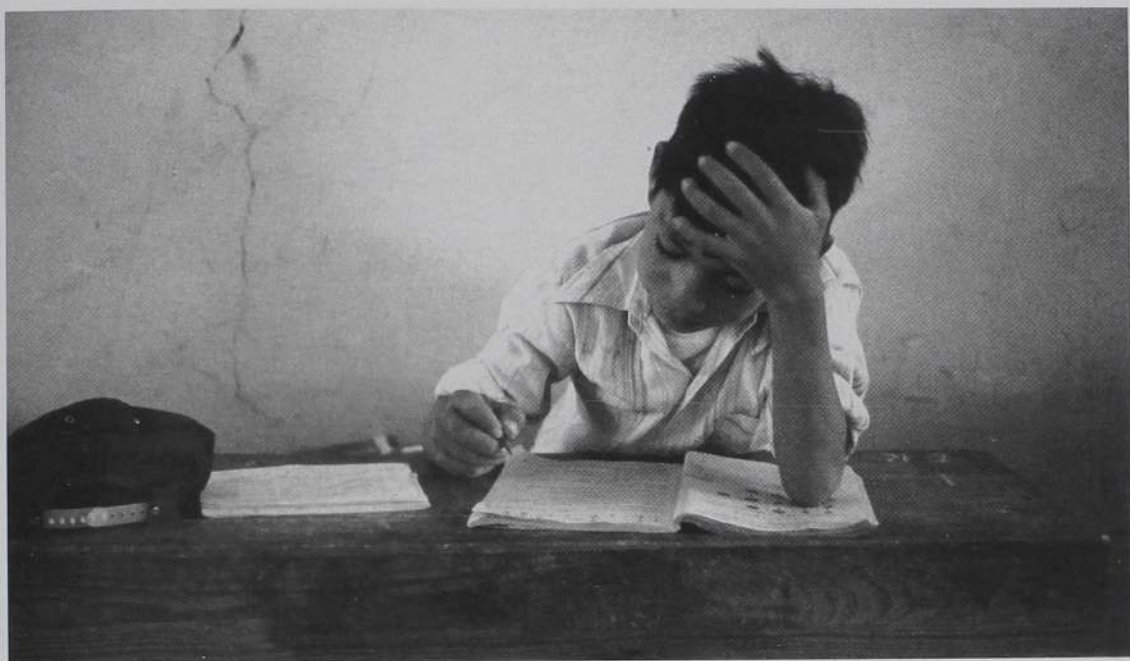


comunicarse en forma cada vez más correcta, esmerada, concisa y elegante y de compartir así sus experiencias con sus compañeros y semejantes.

Se ha dicho, a veces, que con todo esto pretendemos enseñar el método científico como tal desde la escuela primaria. No es así. No es la educación básica el nivel adecuado para ello, no se ofrece el tiempo ni los medios necesarios para hacerlo, no somos nosotros, sus maestros, las instancias más adecuadas para enseñarlo, ni a nuestros alumnos les resulta relevante (ni posible) dominarlo. Lo que ocurre es que el conjunto de habilidades, destrezas y capacidades referidas en el párrafo anterior, al irse desarrollando, sí van conformando en la persona una actitud más científica ante la vida, una aproximación más lógica, más objetiva y más inteligente ante los problemas de la naturaleza y de la vida personal y social. Por eso resultan de tan gran valor, independientemente de si vamos a seguir una carrera científica o no, de si vamos o no a seguir carrera alguna, independientemente del rol social de la persona de que se trate.

## La ciencia y los grandes problemas sociales

A menudo el ciudadano medio considera a la ciencia como un lujo, como un adorno, como algo muy costoso, complicado y que por lo tanto "viste" mucho, pero que como individuo no le es dado abordar y la comunidad a que pertenece, como subdesarrollada que es, no puede proporcionarse a sí misma, no puede darse ese lujo. Y cómo no va a ser así, si los únicos contactos más o menos sistemáticos que este ciudadano medio ha tenido con la ciencia han ocurrido, por una parte, durante su educación primaria o secundaria, en la que la escuela se las ha arreglado para presentar a la ciencia como algo extraño o ajeno, privada de toda relación con los problemas de la comunidad; por la otra, a través de los medios de información social (televisión, radio, cine, periódicos, revistas), en los que, por lo general, la ciencia se presenta como actividad compleja que sólo unos cuantos, particularmente dotados (y por lo demás pertenecientes a comunidades muy desa-



rrolladas), están abocados a realizar. Ambas instancias resultan enajenantes y mutiladoras en extremo. Por eso es de gran importancia el rescatar para la ciencia su relación con los grandes problemas de la sociedad, y en particular de nuestra sociedad, lo que hará ver, por lo demás, que no "cualquier" ciencia es relevante para nosotros y que mucha de la ciencia que necesitamos habremos de producirla nosotros mismos y países como el nuestro. Así pues, problemas tales como salud y enfermedad; nutrición y mal nutrición; población, responsabilidad reproductiva y educación sexual; el desarrollo físico, intelectual y afectivo del ser humano; uso y mal uso del agua, del suelo y de otros recursos naturales renovables y no renovables; mejoramiento y deterioro ambiental; energéticos y energía, procedimientos para convertir una forma de energía en otra; la comunicación y el transporte, medios, maneras y métodos; relaciones entre ciencia y tecnología, y muchos otros, no pueden seguir estando ausentes o tratados fragmentariamente en nuestros programas de ciencia en la

educación básica. Por el contrario, deberían ser éstos justamente algunos de los tópicos centrales alrededor de los que habría que ir armando el resto de los contenidos de la educación en ciencia.

### La ciencia y la vida diaria

Sería interesante hacer un estudio comparativo de los hábitos alimentarios, los hábitos higiénicos, la manera de administrar el presupuesto personal y familiar, la actitud que se tenga con respecto a los problemas del deterioro ambiental y la calidad de la vida, y las supersticiones, que formen parte regular de la cultura en tres grupos de ciudadanos: aquéllos que no pudieron terminar su educación primaria (por la razón que sea), aquéllos que sí la terminaron, y aquéllos que terminaron su educación secundaria. Mi hipótesis es que no se van a encontrar diferencias significativas. Parece increíble que nueve años



de escolaridad no hayan sido suficientes para que una persona haya aprendido a comer racionalmente, para que evite de manera sistemática los accidentes y el contagio para él y los suyos, para que distribuya lógicamente sus ingresos, para que no deteriore el ambiente cuando menos con basura y ruido, y para que deje de consultar horóscopos. Pero, una vez más, ¿cómo no va a ser así, si la ciencia que la escuela ha pretendido enseñarle le es ajena, no tiene nada que ver con sus necesidades, con sus carencias, con los problemas que la vida de todos los días le plantea a cada momento?

Es cierto que resulta de gran importancia no hacer la enseñanza de la ciencia exclusivamente tributaria de los problemas de la vida común. Todos hemos podido ver crecer intelectualmente, avanzar en su desarrollo cognoscitivo, a niños entregados con vivo interés a medir la humedad del aire, a estudiar los efectos de la luz en las plantas, a observar y registrar el movimiento de los protozoarios, a construir modelos de la forma-

ción de fósiles animales y vegetales; y esto ocurre en barriadas clasemedieras, en suburbios de paracaidistas y en escuelitas rurales mal provistas y semiabandonadas. Pero no por ello nuestra enseñanza debe ignorar que la gente tiene necesidades más allá de sus puras inquietudes intelectuales.

¿Cómo preparar una alimentación balanceada y económica para el desayuno, la comida y la cena? ¿Cómo cambia esto para un niño y para un adulto? ¿Cómo se modifica en el caso de una madre embarazada o lactante? ¿Cuáles son las enfermedades y los accidentes más frecuentes en mi comunidad? ¿Cómo lo averiguo y, lo que es más importante, cómo los evito? ¿Qué vacunas me aplicaron ya, cuáles me hacen falta? ¿Cuáles deben aplicarle a mi hermanito y cuándo? ¿Cómo distribuir mejor mi tiempo? ¿Cómo debo estudiar? ¿Cuáles son los mejores procedimientos para aprender de un libro? ¿Cómo le hago para aprender de lo que me sucede, de la realidad en que vivo? ¿Cómo debo distribuir mis ingresos? ¿Qué



compraré en el mercado y en la tienda? ¿Cómo debo "leer" un anuncio para no dejarme engañar? ¿Cómo hacer para que el medio en que vivo sea más sano? ¿Qué materiales usar para mi vivienda y por qué? ¿En dónde debe ir la cocina? ¿En dónde debe ir el baño? ¿Cómo compongo la plancha, y cómo funciona? ¿Cómo funciona la electricidad en mi casa? ¿Qué diferencia hay entre el agua del tinaco y la que viene de la calle? ¿Cómo se hace una fosa séptica? ¿Cómo puedo cuidar el medio ambiente? ¿Cómo ahorrar los energéticos que uso? ¿Es bueno hacer ejercicio? ¿Qué tanto? ¿Cuáles ejercicios? ¿En dónde los puedo hacer? ¿Qué son las supersticiones? ¿Cómo distinguir una superstición de lo que no lo es? ¿Qué es eso del desarrollo psico-sexual? ¿Cómo puedo manejar mi sexualidad respetuosamente, responsablemente, sanamente? Yo no quiero embarazarme, ¿cómo le hago? Estoy embarazada, ¿qué hago? Tengo una enfermedad venérea, ¿cómo me la curo? No quiero contagiar a mi compañera, ¿qué hago? Yo

no quiero fastidiar a mis escuincles como mis padres me fastidiaron a mí, ¿qué puedo hacer?

Éstas y muchas otras preguntas, cuando el maestro desarrolla una buena relación de confianza y afecto mutuo, son planteadas por los alumnos, individual o colectivamente. Sin embargo, la mayoría de las veces, éstas y muchas otras preguntas revolotean dentro de la cabeza de nuestros alumnos, quienes no encuentran, en nueve años de escuela, la oportunidad de plantearlas.

La ciencia y su enseñanza deben siempre estar al servicio del hombre en general, pero también en particular; nuestro quehacer de profesores de ciencia deberá ir sistemáticamente en ayuda de hombres y mujeres concretos, de carne y hueso: nuestros alumnos de aquí y de ahora, en su vida de todos los días, en sus problemas, en sus conflictos, en sus carencias, y también en sus afanes y sus ilusiones.



# Alegría y felicidad

Juan Manuel Gutiérrez-Vázquez

Todo parecería indicar que la felicidad, más que una meta a la que se llega, es un producto secundario, esto es, algo que va surgiendo poco a poco con lo que hacemos, que se va construyendo y se va armando casi sin darnos cuenta y que no constituye la finalidad principal de las acciones que emprendemos.

En mi adolescencia llevé muy buena amistad con José Revueltas, el admirado escritor mexicano, miembro de una familia de hermanos superdotados, nativos todos ellos de Santiago Papasquiaro, Durango: además de José el autor y ensayista, Silvestre el músico, Rosaura la actriz y Fermín el pintor, muerto éste tan prematuramente y del que por cierto hay dos magníficos lienzos en los corredores de la planta alta del Colegio de San Nicolás, en Morelia, que casi nadie visita o se detiene siquiera a ver, si es que sabe de su existencia. Pepe era un hombre muy inteligente, en extremo sensible, sagaz e incisivo hasta tener que ponerse uno en guardia al platicar con él. Aprendí mucho de nuestras prolongadas charlas durante aquel año de 1948, yo a mis 19, él un hombre maduro de 35. En alguna discusión en la que hablábamos de dolores y desconsuelos tanto como de júbilos y arrebatos, Pepe sentenció, lo recuerdo muy bien: —¿Sabes? El hombre no es tan sólo un hermoso cerdo feliz: el hombre es la materia que piensa—. Creo que más tarde escribió eso en alguno de sus libros. El caso es que desde entonces la noción de felicidad, de la que por cierto nunca había sido yo acólito, se asentó en mí como algo que yo no buscaría jamás, una especie de condición a la que no me interesaba llegar.

La felicidad parece ser preocupación de todos hoy en día, y por lo general se la asocia con un estado de satisfacción, de bienestar, incluso motivo de presunción y vanagloria. Hablar de satisfacción es algo que me aterra, pues aunque podemos estarnos refiriendo a la satisfacción de nuestras

La versión original de este texto se publicó en *La Jornada Michoacana* (15 de diciembre de 2006).



más auténticas necesidades de sobrevivencia, de nuestra realización como seres humanos, de encontrarle significado a nuestra vida, o bien a la satisfacción de nuestras necesidades estéticas y de relación, así como a la resolución de problemas justificados, ciertos y genuinos, también podríamos estar aludiendo a saciamentos y hartazgos, a contentamientos y complacencias, como si fuésemos vacas productoras de leche evaporada al servicio de la conocida marca comercial. La gente satisfecha está ahita, ya no quiere más y debemos tener cuidado con ella: es con el concurso de los satisfechos, de quienes ya no buscan más en la vida, de quienes creen que ya han "llegado", que se nos intenta educar para la servidumbre.

Cuando ocasionalmente se me viene a la cabeza la idea de "la felicidad", no puedo dejar de asociarla, al observar la conducta de tantas y tantos de nuestros semejantes, con la posesión de objetos costosos, el aumento de los caudales, la visita a lugares cotizados o en boga y, en otro orden de cosas, con el logro de la aceptación y el afecto de las perso-

nas que son importantes para cada uno. Y así los oye uno decir: mi felicidad depende de que ella me corresponda y se case conmigo (aunque años después su felicidad dependa de divorciarse de la misma persona), me voy con los cuates una semana a Las Vegas, nomás me "amarro" a fulanita y ya la hice, el negocio que acabo de cerrar me dejó 200 mil del águila, por fin me compré un Mercedes último modelo, entre otros. Así las cosas, no es posible dejar de asociar la noción de felicidad con las de vulgaridad, egoísmo, mal gusto, superficialidad y estrechez de miras, porque, ¿acaso se reduce el papel de los seres humanos en la Tierra a la posesión y a los placeres materiales? Esta cultura de la felicidad, tan promovida por los medios de comunicación social y por la mercadotecnia (señora: usted será feliz si se mantiene muy esbelta, se compra mucha ropa y adquiere todos los productos de belleza que necesita, sobre todo si son de la marca que yo le vendo), esta cultura de la felicidad, decía, hace que cada vez nos centremos más en nosotros mismos, nos hace estar atentos fuera de toda moderación a lo que queremos y



a lo que deseamos, nos convierte en personas aviesas, tacañas, sórdidas y envidiosas.

Muchas personas desarrollan entonces, tanto en lo individual como en lo familiar y lo social, la idea de que la felicidad es un fin, es un objetivo al que se llega, es algo así como si se traspasara una puerta y se entrara en ella, una especie de recinto con un cartel arriba que pone: "La Felicidad", descuidando el camino que en todo caso nos podría llevar a nuestro término. La felicidad entendida como estado, como situación, no la felicidad pensada como proceso. La gente dice: consigo esto, por los medios que sea, y seré feliz.

Pero, por una parte, todo parecería indicar que la felicidad, más que una meta a la que se llega, es un producto secundario, esto es, algo que va surgiendo poco a poco con lo que hacemos, que se va construyendo y se va armando casi sin darnos cuenta y que no constituye la finalidad principal de las acciones que emprendemos. La práctica de la bondad, la realización sistemática de acciones moralmente válidas e importantes por sí mismas, el hacer las cosas bien en el tra-

bajo honrado, el desarrollo de la inteligencia, el cultivo de amistades meritorias y enriquecedoras, el uso creativo del tiempo libre, todas estas son actividades que no tienen como producto principal la felicidad, pero que juegan un papel fundamental en ir la edificando. El que sube la colina en buena compañía eligiendo las veredas más interesantes, que goza con la vegetación del camino y con las perspectivas que ofrece el horizonte, que se detiene a observar y a aprender de pájaros y rocas e insectos a lo largo del ascenso, y finalmente llega a la cima con los pulmones llenos de aire puro, ése seguramente es más feliz que el que sube solitario a mataballos atropellando cuanto encuentra a su paso con tal de arribar a la punta cuanto antes, y llega a ella asestando como perro callejero.

Y por la otra, si de algo han servido los estudios sobre la felicidad (que ahora realizan tanto las instituciones públicas como las corporaciones privadas de diversos países, recurriendo a las metodologías más confiables y sofisticadas de las ciencias sociales), es que han fortalecido la vieja idea



de que los bienes materiales no traen consigo la felicidad. La gente adquiere casas extravagantes y costosas, acumula dinero en los bancos, se transporta en automóviles lujosos y sigue igual de infeliz que antes, no se siente dichosa, sigue sintiendo que le hace falta algo, tiende a enfermarse más, y tiende a llevar una vida estresada para ella o para él y estresante para los demás, la familia incluida. Aquí, cuando menos, parte del problema parece consistir en las eternas y odiosas comparaciones: siempre habrá alguien que tenga más que yo, más bienes, más poder o más status. Así que ésta es otra enseñanza: la felicidad no es un asunto de comparaciones, excepto si se compara uno leal y permanentemente consigo mismo. ¿Soy hoy mejor que ayer? ¿Soy más inteligente y bondadoso? Todo lo que hice hoy, ¿lo hice bien? ¿Mi talento se ha cultivado más? ¿Cómo podría ser mejor?

En fin, y para terminar con esta tirada sobre la felicidad, no saldría sobrando recordar que ésta tiene que ver más con lo espiritual que con lo material y depende de que uno viva la vida en armonía con la vida misma, de que uno aprenda a conocerse y a dominarse a sí mismo, de que uno desarrolle su propia sabiduría a través de la experiencia y del cultivo de su propio talento, de ser firmes y resueltos en nuestras acciones, y de que siempre seamos bondadosos, corteses y considerados en nuestro trato con los demás. Quizá podríamos repasar la lectura de los estoicos latinos y comenzar a hacerle más caso a Epícteto y a Séneca que a las promociones televisivas, a los anuncios de los supermercados y a las revistas de consumo mal llamadas femeninas.

La alegría es muy otra cosa. Con el asunto de la alegría también me vine a topar en edad temprana, gracias a Beethoven, a Schiller y a Romain Rolland, y por supuesto a mi propia familia. Acepciones y connotaciones van y vienen, pero la alegría es algo completamente distinto, nuestro enorme Pellicer lo dijo bien en un poema muy temprano ("Colores en el mar", 1920): "Loemos al Señor que hizo en un trueno el diamante de amor de la alegría para todo el que

es fuerte y es sereno". Gracias a mis padres, yo tuve la ventura de confortarme bajo el sol de Ludwig van Beethoven desde mi niñez, a vivir con su música y a asombrarme con su ejemplo; como tan bien lo expresó Rolland, no lo considerábamos como pastor que conduce a su rebaño, sino como toro padre que marcha a la cabeza de su raza. Fue también Rolland quien se refirió acertadamente a la alegría como nuestra compañera de ensangrentados pies. Beethoven le calificó de eco profundo en su testamento de Heiligenstadt, documento escrito a los 32 años de su edad en el que confiesa con profundo dolor que se está quedando sordo. Y en su "Oda a la Alegría", utilizada después por Beethoven en su Novena Sinfonía, Schiller nos habla de ella como deslumbradora chispa de la divinidad, inspirada por el fuego, que nos permitirá volver a unir a todos aquellos a los que las costumbres del mundo han separado: bajo las alas de la alegría todos los hombres somos hermanos. De alguna manera más recogida, menos atronadora, también el poeta de Guadalajara, Enrique González Martínez, se refirió a ella en 1911 en su poema "[...] Cuando sepas hallar una sonrisa..." al decir: "cuando nada a tus ojos quede inerte, ni informe, ni incoloro, ni lejano, y penetres la vida y el arcano del silencio, las sombras y la muerte[...]".

La alegría es, pues, algo mucho más profundo, más espiritual que la felicidad. La alegría nos mueve, nos transporta, nos hace bregar e intervenir en gestas y realizar proezas, nos hace entrar en éxtasis, nos permite gozar de los buenos sentimientos, nos hace más bondadosos y solidarios, nos obliga a ir en ayuda de los demás. Puede presentarse en rápidos, recodos y rompientes, y también puede ser mansa y delicada, como el río de "La Pastoral" del propio Beethoven, pero en todo caso es húmeda, turgente y llena de savia. La verdadera alegría no puede ser derrotada ni por el dolor ni por la soledad. Ella nos hace seguir adelante, en toda circunstancia, y pensar que éste, cualquiera que sea, el que estoy viviendo, es el mejor momento de nuestras vidas.



# Discurso Premio Rosenkranz

George Rosenkranz



Estimados amigos:

Es para mí un verdadero privilegio tener la oportunidad de dirigir unas cuantas palabras en éste, el vigésimo quinto aniversario del premio científico que lleva mi nombre. Quisiera, si me lo permiten, emprender un viaje con ustedes: un viaje al centro de lo que cautivó mi corazón hace casi setenta años; un viaje al origen del mundo de la investigación científica.

Nuestro viaje no empieza ni en el escritorio de un médico investigador ni en el laboratorio de un científico. No comenzó en una oficina corporativa ni en una fábrica de productos. El origen de la investigación reside en el corazón del investigador o de la investigadora. Ahí encontramos sus deseos y anhelos, sus sueños e inquietudes. Y ahí es donde encontramos la fuente de su entusiasmo. Quizá para algunos es pisar aquella "terra incógnita", caminar en donde nadie ha dado paso aún. Para otros es el aturdidor paisaje que se contempla por una fracción de segundo al abrirse delante de nosotros uno de los preciados secretos de la naturaleza. Y luego, para otros, es el momento de encanto mágico de haber contribuido al progreso del conocimiento al agregar otra pieza al mosaico abrumador de la ciencia. Finalmente, para otros más es el nudo de estambre que se encuentra enredado en sus manos; el llamado a la lucha en contra de la entropía para reestablecer el orden ideal del universo. Son todos estos elementos que brotan de la fuente inexorable que impulsa al investigador; apasionándolo de por vida.

George (György, en su lengua materna) nació en Budapest, Hungría, en 1916. Educado en Suiza, ha vivido en México desde hace 66 años. Fue fundador y directivo de Laboratorios Syntex, empresa de la que se retiró en 1966.



¿Es acaso ésta la misma sed del explorador, como Colón o Magallanes? Me lo pregunto. Pero no. No lo creo. Es un material mucho más puro y transparente. El explorador muchas veces busca la gloria, la inmortalidad y la compensación, mientras que el investigador busca la recompensa intelectual de su labor. El investigador se aparta de su fuente cuando busca compartir su pedacito del paraíso con sus colegas, presentándolo en una publicación prestigiada o en una conferencia con una audiencia merecedora como ésta. Pero en realidad él o ella sólo quieren regresar al epicentro de su obra para, quizá, seguir desenredando el estambre. En este contexto, nuestro viaje nos trae desde el corazón del investigador y sus fuentes de inspiración, ahora sí, a través del laboratorio, quirófano, estudio, salón, oficina y fábrica. Hasta aquí.

Hoy, al ver estos trabajos entendemos lo afortunados que somos al poder ser testigos del milagro de la investigación. Decía el Premio Nobel Elie Wiesel: "Yo escribo no sólo para ser entendido, sino también para entender". Y así, hoy presenciaremos el resumen del entendimiento logrado por estos investigadores. Y al final de nuestro paseo por el mundo de la investigación entendemos que los verdaderamente premiados somos nosotros: hoy somos testigos de estos hombres y mujeres que llevan en su ser la fuente de la innovación y que han salido de sus mundos para compartir con nosotros lo que la naturaleza, silenciosa, ha decidido mostrarles.

Qué satisfacción para mí haber vivido para ver todo esto: desde los momentos de inspiración hasta el fin del viaje cuando vemos los frutos de nuestro esfuerzo quizá transformados en aplicaciones que contribuyen a un mejor mundo para todos.

Agradezco a mis maestros que fomentaron mi amor por la investigación desde temprana edad. Fue todo lo que aprendí de ellos, lo que me llevó a tratar de inculcarle a mis compañeros la importancia de la investigación. Así, al retirarme de la vida activa profesional hace un cuarto de siglo, ellos (en particular mi gran amigo el Dr. Gabor Katona) decidieron crear este premio con la idea de fomentar la investigación en México. Nunca imaginé hace veinticinco años que este premio se desenvolvería de tal forma. Y es que el amor por la ciencia y la investigación es contagioso. La fuente brota del corazón del investigador y rápidamente fluye llevándose a cualquiera que quiera incorporarse al viaje.

Muchos me han preguntado a través de los años qué significa este premio para mí. La respuesta desencadena una serie de emociones, gratitud, satisfacción, esperanza y orgullo. Pero principalmente es, creo yo, la satisfacción de ver que el mundo es cada vez mejor, gracias al amor que todos estos jóvenes sienten por su obra. Si este premio ha impulsado la fuerza creadora de un nuevo científico, yo considero que ha cumplido con su misión.

Hoy, veinticinco años después de que Laboratorios Syntex (la empresa que tuve el honor de dirigir) empezara este bello proyecto, le agradezco profundamente a Roche por su visión al continuar este premio, inyectándole no sólo más capital financiero sino entusiasmo, energía y prestigio. El número de galardonados se ha incrementado y existen nuevos rubros de competencia en el premio. Me es sumamente grato ver que recientemente el premio Rosenkranz ha sido ampliado para reconocer, además de los proyectos de investigadores consolidados, aquéllos que realizan los investigadores menores de cuarenta años. Esto representa una gran oportunidad para ellos, permitiendo su proyección dentro de la comunidad científica y con ello cumplir con los objetivos fundamentales que dieron origen al Premio Rosenkranz: "impulsar la investigación en el campo de la medicina y avanzar en la formación de nuevas generaciones de investigadores".

Amigos, les agradezco el tiempo que me brindan el día de hoy. Como siempre es un gran honor que una empresa tan importante haya escogido mi nombre para este premio de investigación médica.

Quiero pensar que en cada presea entregada, además de mi nombre, el cúmulo de mis sueños de éxito para el triunfador o triunfadora y su equipo, así como mi deseo de que esto sirva de estímulo para inculcarle el amor a la investigación a nuevos chicos y chicas que se despiertan de cara a una nueva aventura humana.

Como dijo el gran maestro Albert Einstein: "La experiencia más bella y profunda que puede tener el ser humano es el sentido de misterio". Creo yo, entonces, que la causa más noble que hoy logra el Grupo Roche con este premio es la de impulsar a aquellos que desean enfrentarse al misterio diario con un lápiz afilado, un papel en blanco, un corazón entusiasta y una mente abierta.

Muchas gracias.



Long Day  
1904. 11. 11.

# Más sobre ciencia y religión

Marcelino Cerejido

Hace un par de meses, el periódico *La Crónica* publicó cinco trozos sucesivos de un artículo mío titulado “Ciencia y religión”. Casi inmediatamente, mi colega consejero del Consejo Consultivo de Ciencia, Dr. Pablo Latapí Sarre, respondió con uno suyo, “Ciencia y fe”, en el que brinda una serie de opiniones sobre mi artículo. *Avance y Perspectiva*, la revista de nuestro querido Cinvestav, juzgó oportuno publicar, por un lado, los cinco fragmentos de mi artículo, pero esta vez integrados en un solo texto<sup>1</sup> y, por otro lado, el del Dr. Latapí.<sup>2</sup> Aprovecho para felicitar tanto a *Avance y Perspectiva* como a sus directores, los doctores Miguel Ángel Pérez Angón y Susana Quintanilla, pues siempre lamento que estamos formando investigadores, más no necesariamente científicos que conozcan de la naturaleza de las creencias, la visión del mundo de nuestro pueblo, la estructura y el proceder de la ciencia, y siento que esta decisión de los directores contribuirá a mejorar el panorama cultural de nuestra comunidad.

En su artículo, el Dr. Latapí declara: “no pretendo polemizar con nadie”. Es una gran suerte, pues yo no sería una persona indicada para polemizar con él. Las afirmaciones que hacemos los científicos deben ser comunicables, constatables, independientemente de quién sea el sujeto. Por eso me resultaría difícil ir más allá de tomar nota de las experiencias subjetivas del Dr. Latapí (“mi reacción fue de un doble asombro”, “fui educado para orar”, “para experimentar a Dios”).

Luego refiere a cierta versión de la ciencia que él “creía superada desde hacía cincuenta años: una ciencia arrogante,

El Dr. Marcelino Cerejido es investigador titular del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav. [mcerejido@fisiol.cinvestav.mx](mailto:mcerejido@fisiol.cinvestav.mx)

tan confiada en la razón[...] propia del racionalismo decimonónico[...] que recurría a estereotipos de iglesias, dogmas, sacerdotes y prácticas religiosas que rayan en la caricatura". Sinceramente, no sabría cómo debatir dichas afirmaciones, pues si bien contienen cosas que comparto (por ejemplo, que la ciencia confía en la razón), no me queda claro qué versiones de la religión maneja el Dr. Latapí pues, con base en lo que nos informa, parecería ser que su religión ya no apela a dogmas. ¡Cuál no será entonces mi falta de actualización, pues ignoraba que aquellos dogmas como el de la Santísima Trinidad, la Inmaculada Concepción, la Infalibilidad del Papa, hayan caducado! En mi artículo comenté que en ciencia no sólo no se aceptan dogmas, sino tampoco verdades absolutas, pues la humildad científica la lleva a dejar en claro que todo lo que afirma en un momento dado queda, de ahí en más, abierto a que alguien encuentre que es producto de un error o que surja algún genio que lo reinterprete de forma más satisfactoria. Celebro que por fin la religión haya adoptado una actitud éticamente equivalente, en la que las cosas valen *per se*, y no por quién las dice (*La Biblia*, el Papa, el rey, el padre...). De ser así, se trataría de un indudable progreso religioso. Enhorabuena.

Comprendo al Dr. Latapí cuando lamenta que yo me haya referido a "prácticas religiosas que rayan en la caricatura". Hace unos cuatro o cinco años vi por televisión a un conocidísimo prelado que afirmaba haber tenido un agarrón con el Diablo para expulsarlo de cierta iglesia de Jalisco. Incrédulo, me puse a averiguar si esa "práctica religiosa que raya en la caricatura" sería producto de alguna frivolidad pueblerina o tendría respaldo institucional. Me enteré así de

que en pleno 2004, Monseñor Corrado Balducci, Máxima Autoridad en Demonología de la Iglesia Católica, conocido como "El Exorcista Vaticano", pronunció una conferencia en Sevilla en la que aseguró que Mefisto es un "ser real, concreto, autónomo y que tiene su propia autoridad." Si el Dr. Latapí se refiere a este tipo de prácticas religiosas, concuerdo enteramente con él que "rayan en la caricatura".

El Dr. Latapí tilda el mecanicismo como propio de una ciencia decimonónica. Esa sería otra coincidencia afortunada entre nosotros.

La ciencia moderna no ofrece otra cosa que un modelo plausible de la realidad pero, en la medida en que dicho modelo pueda explicar más eficazmente lo que sucede en la realidad-de-ahí-afuera, y permita hacer experimentos en los que se constata que, en efecto, la realidad se comporta como predice su modelo, a los científicos nos resulta muy útil seguir empleándolo o, en su defecto, lanzarnos a corregirlo, momento en que cobra importancia aquello de que la ciencia no tiene dogmas, autoridades, ni verdades absolutas cuyo cuestionamiento nos esté vedado.

Einstein no era uno de los científicos arrogantes que el Dr. Latapí aborrece (otra concordancia: yo también los aborrezco), pues que yo sepa, jamás tuvo el tupé de afirmar que la ciencia nunca habrá de tropezar con algo inexplicable. Según recuerdo, todo lo que Einstein se limitó a comentar fue que la "cualidad de ser comprensible" era una de las características del Universo que más lo asombraban. A mí me asombró en su momento, pero ya no, porque en el ínterin me enteré del Principio Antrópico, pero eso es harina de otro costal. Hablando de arrogancias: cierta vez Jorge Luis Borges se disculpó/

aclaró: “Cómo me voy a burlar de quienes creen en Dios, si ni siquiera estamos seguros de que no exista”. Con toda prudencia, T. H. Huxley acuñó la expresión “agnosticismo”, como alternativa al ser creyente o no-creyente. Decía algo así:

Por ahora no tengo ninguna evidencia de que Dios exista, pero tampoco conozco pruebas de que no exista. De modo que el día que alguien se declare capaz de demostrar fehacientemente una cosa o la otra, me comprometo a escucharlo y, en caso de que me convenza, lo aceptaré ‘a la científica’, esto es: como una verdad provisoria, abierta de ahí en más a que se encuentren fallas de razonamiento o artefactos en la demostración, o a que llegue un genio que lo reinterpreté.

En mi artículo también aludí a otras cosas que, lamentablemente, el Dr. Latapí no consideró oportuno refutar. Por ejemplo, me referí a la discriminación de las mujeres por parte de cofradías machistas; a que si bien las sociedades actuales no aceptan que alguien pueda ser responsabilizado por deudas contraídas por algún antecesor que vivió muchas generaciones atrás, los feligreses se autoincriminan e intentan pagar por un Pecado Original supuestamente cometido por Adán y Eva. Peor aún, se lo inculcan a un niño mediante una catequización, para defenderse de la cual, el niño no tiene el filtro racional necesario y –desde mi punto de vista– es, por lo tanto, una flagrante violación de sus derechos. También lamenté que nuestra sociedad tenga dos juegos contrapuestos de valores: por un lado se indigna y condena la práctica de la tortura y, por otro, alaba a una deidad que, tras cometer el primer

genocidio de la historia (el Diluvio Universal), ha impuesto la tortura eterna en un Infierno. Sinceramente dudo mucho de que un ombudsman llegue a aprobar tormentos como los que ilustraron en sus cuadros Jheronimus Bosch y Miguel Ángel, y concibió Dante en su *Divina Comedia*, o como los que resultan de la descripción que nos puede brindar cualquier católico medio. Me hubiera encantado que alguien versado en cuestiones religiosas como el colega Dr. Latapí, nos ofreciera una versión sensata, éticamente admisible, de las características que lamenté en mi artículo.

A diferencia de un científico, el Dr. Latapí habla de los para qué. He ahí una discrepancia. La ciencia, al menos en su versión actual, no tiene cómo aceptar que una causa futura vuele en contra del tiempo y llegue a producir un efecto en el presente. A esta altura de la historia, la ciencia sólo se basa en los por qué, en los que la causa antecede al efecto.

En varias partes de mi artículo insistí en el hecho de que el *Homo sapiens* ha sido seleccionado por –entre otros atributos– la capacidad de ser creyente, puesto que el ser humano hizo del conocer su herramienta fundamental en la lucha por la vida, y la cualidad de ser creyente nos permite asimilar todo lo aprendido por la humanidad en todas las generaciones, a través de la crianza y la educación. Pero esa crianza y esa educación deben proceder con dignidad, sin abusar, como digo, de la mente infantil, pues al introducirle supersticiones, se corre el riesgo de convertirlo en un futuro ciudadano subdesarrollado.

En mi artículo llegué a exhortar a la comunidad científica a participar en el *aggiornamento* y depuración de las prácticas religiosas que anclan a nuestra sociedad en el analfabetismo científico. Mi planteo es el siguiente. El ser humano



siempre ha tenido alguna manera de interpretar la realidad. En un principio, sólo podía admitir que las cosas tenían alma (animismo), luego pasó a los politeísmos, que implicaban un orden considerable (Urano se ocupa de los cielos, Neptuno de los mares, Ceres de la agricultura, Minerva del conocimiento), comparable a cuando Linneo clasificó plantas y animales, o Mendeleev ordenó los elementos en una tabla, sin que por ello pudieran explicar bien a bien por qué lo hacían. Luego, el paso a los monoteísmos implicó un salto intelectual enorme, pues hubo que inventar nada menos que la coherencia de Dios. Pero he aquí el problema: después de decenas de miles de años, en que, para interpretar la realidad, el ser humano sólo pudo hacerlo si admitía que las variables de la realidad están operadas por deidades (San Cayetano nos consigue trabajo, San Antonio novia, San Roque "que este perro no me toque", rezarle a la Virgen nos puede ayudar a convencer a su hijo para que no me torture en un Infierno), la humanidad logra desarrollar el primer modelo laico, el de la ciencia moderna, que niega que haya una sola variable de la realidad que esté a cargo de un dios: si un colega propusiera que las leyes de los gases, el ciclo de los ácidos tricarbónicos, la evolución de las estrellas, la secuencia del ADN tienen variables místicas, es muy probable que lo separen del SNI. Pero sabemos muy bien que el grueso de la humanidad sigue apelando a dioses, santos y milagros.

Pero mi punto es: muy bien, que se basen en los credos que quieran o puedan, pero esas creencias no tienen por qué seguir incluyendo nociones que se han demostrado falsas (por ejemplo, que el Universo tiene seis mil años, que en seis días fue dotado de la forma, propiedades y especies biológicas que le vemos) o perversas (que el sexo es pecaminoso, que la respetabilidad de una mujer reside en la integridad de su himen, que es éticamente admisible inculcarle a un niño que debe adorar a un Dios torturador; que le debe temer, que se tiene que diri-

gir a él de rodillas, humillarse, y que aún se complace en que le ofrezcamos nuestro sufrimiento autoflagelándonos: lo he visto hacer a nuestra sociedad en cada Viernes Santo).

Podría incluso invocar aspectos informáticos y cognitivos. Así, un sistema autoritario cuenta con un solo cerebro (el del jefe, del Papa, quien mande); en cambio, en un sistema democrático como el de la ciencia, se pueden asociar todos los cerebros (pasados y presentes) en paralelo. Blaise Pascal opinaba que la ciencia es tan sistemática y comunicable, que se asemeja al cerebro de una sola persona que pensara continua e indefinidamente. De hecho, todo el mundo puede, en principio, participar, no importa sexo, edad, color de la piel, nacionalidad ni situación económica. Cuando un estudiante presenta su tesis de doctorado, narra en la introducción las contribuciones de quienes originaron cierto concepto (Watson & Crick, Monod, Notebohm, etcétera); luego cita aportes pertinentes de suecos, japoneses, canadienses; a continuación incluye en resultados sus propias contribuciones y, por fin, en la discusión defiende su opinión de que el conocimiento que él ha conseguido se puede incorporar al patrimonio cognitivo de la ciencia. Hasta tiene la precaución de decirnos que las observaciones que presenta deben ser tomadas con pinzas, pues hay una probabilidad (digamos una en mil) de que se trate de algo fortuito. Entonces sí, con todos estos cuidados, el Cinvestav le otorga el título de doctor y alguna revista internacional acepta su artículo para su publicación.

Soy tan cándido, que di por sentado que con señalarle las pifias históricas, enseñanza de dudosa ética, de discrepancias con la realidad, de fallas en su razonamiento, una persona religiosa sería la primera en apresurarse a sanear su religión. Pero no hay que ser pesimistas: estoy seguro de que los directores de *Avance y Perspectiva* se saldrán con la suya, y la publicación de este cruce de opiniones fortalecerá el panorama conceptual de nuestra comunidad.

#### REFERENCIAS

1. M. Cereijido, *Avance y Perspectiva* 1, 49 (2008).
2. P. Latapí Sarre, *Avance y Perspectiva* 1, 67 (2008).



# Encendiendo la luz: la historia de un proyecto internacional de ciencia aplicada

Jesús Guillermo Contreras

*There is no such thing as applied science,  
only the application of science.*  
Louis Pasteur

## Ciencia y pobreza

Otra vez una grave crisis económica, ya no exclusiva de nuestro país, sino de alcance mundial. Este es el marco que me rodea esta tarde que escribo mi próximo proyecto de ciencia básica. Es para entender mejor qué hay adentro del protón; cómo se mueve y por qué lo hace así. Para llevarlo a cabo necesito mucho dinero. En medio de una crisis económica internacional yo necesito dinero para intentar entender el comportamiento de quarks y gluones; conceptos desconocidos para el grueso de la población mundial. ¿Qué derecho tengo yo a pedir dinero para este proyecto en un mundo en crisis, en un país con tantas carencias?

No soy tan inocente como para pensar que los recursos que se dedican a la ciencia en México serían suficientes para acabar ni con la crisis, ni con la pobreza que nos rodea, pero de todos modos estas preguntas me perturban; me distraen y no avanzo. Estoy cansado. Es de noche. Hora de ir a casa. Me levanto, abro la puerta de la oficina, apago la luz. Siento como si olvidara algo. Mejor reviso: enciendo la luz ...

## Corriente eléctrica

*¡Enciendo la luz!* Cuánto se esconde detrás de esta frase tan simple. Por ejemplo, el trabajo de miles de ingenieros y empleados diversos de las diferentes compañías que producen

El Dr. Jesús Guillermo Contreras es investigador titular del Departamento de Física Aplicada de la Unidad Mérida del Cinvestav.  
jgcn@mda.cinvestav.mx

y distribuyen electricidad para abastecer a nuestras ciudades en el mundo entero. Aunque no pensemos en ellos, cada que accionamos un interruptor cualquiera, nos beneficiamos de su trabajo y creatividad.

Sin embargo, detrás de la frase ¡*Enciendo la luz!* se esconde mucho más. Normalmente tendemos a olvidar que hace no mucho tiempo, poco más de cien años, no existía la electricidad como tecnología en nuestras casas. De hecho, como tecnología, no existía en ninguna parte del mundo. La iluminación provenía de velas y quinqués; no existía ninguno de los aparatos que se alimentan de electricidad y acompañan nuestra vida; por ejemplo, en la casa –lavadoras, refrigeradores, radios– o en la oficina –copiadoras, faxes o cafeteras.

Han sido unos cien años de invenciones revolucionarias, desde el foco hasta la ubicua computadora, y durante todo este tiempo el motor detrás del uso de la energía eléctrica ha sido el conocimiento. El conocimiento íntimo y profundo de una teoría de la naturaleza a la que llamamos electromagnetismo, presentada al mundo por primera vez el 8 de diciembre de 1864, y publicada un año después.<sup>1</sup>

Desde la antigüedad se ha tenido noticia de fenómenos eléctricos y magnéticos; sin embargo, el que se considera el primer estudio riguroso apareció apenas en 1600.<sup>2</sup> Treinta años después se publicó el que se considera el segundo libro sobre electromagnetismo, en el que se menciona por primera vez la repulsión eléctrica.<sup>3</sup> El siguiente gran paso para el desarrollo de la tecnología eléctrica ocurrió en 1785, con la presentación de la ley de Coulomb de electrostática.<sup>4</sup> Poco a poco el avance se fue acelerando: en 1800 Alessandro Volta presentaba la pila eléctrica, que recientemente había inventado y que abriría la posibilidad de nuevos experimentos. A partir de entonces los descubrimientos e invenciones se multiplicaron. En 1820 Ørsted descubría que la corriente eléctrica afecta al campo magnético; en septiembre la noticia llegó a Ampère, quien en una sola semana realizó más y mejores experimentos<sup>5</sup> para comprobar el hecho: ambos fenómenos son diferentes manifestaciones de un solo fenómeno: ha nacido el electromagnetismo. En 1821 Faraday<sup>6</sup> notó que la electricidad puede causar movimiento mecánico y diez años después, en 1831, estableció el principio de inducción electromagnética,<sup>7</sup>

a través del cual, a partir de energía mecánica, se puede obtener energía eléctrica. Finalmente, en 1865 Maxwell unificó la descripción de los fenómenos magnéticos y eléctricos en un conjunto de ecuaciones, que hoy llevan su nombre.<sup>1</sup>

En el párrafo anterior he resumido doscientos cincuenta años de progreso hacia el entendimiento del electromagnetismo. La mayor parte de estos avances fue motivada simplemente por el deseo de entender la naturaleza y su funcionamiento. Algunos de ellos tuvieron en mente algún fin práctico inmediato, como la pila de Volta, pero ninguno de todos estos científicos podía imaginarse, y por lo tanto no fue su motivación, que un día nuestra civilización dependería en tal medida del resultado de sus esfuerzos.

Ésta es una faceta de la ciencia que no debemos olvidar: la motivación original y primaria para realizar estudios científicos es entender la naturaleza. A partir del entendimiento logrado se obtienen las bases para estudios más especializados que, eventualmente, pocos o muchos años después desembocan en la creación de instrumentos y aparatos que son útiles en nuestra sociedad. Todos y cada uno de los participantes en este largo viaje son necesarios, ninguno es por sí mismo suficiente para seguir avanzando.

## Maxwell y la luz

Hay que resaltar que a menudo los frutos de la investigación científica son completamente inesperados. Un ejemplo son las ecuaciones de Maxwell. Es verdad que probablemente algunas de las aplicaciones tecnológicas de las que disfrutamos hubieran podido ser desarrolladas sin necesidad de la teoría completa, pero el electromagnetismo es mucho más que encender la luz en nuestras casas y mantener frío el refrigerador.

Las ecuaciones de Maxwell, además de explicar la electricidad y el magnetismo, *predicen* que la luz es también un fenómeno electromagnético. La luz, que trae hasta nuestros ojos las imágenes del mundo que nos rodea, es descrita por estas ecuaciones. Aún hay más, estas ecuaciones describen todas las formas de ondas electromagnéticas: las ondas de radio que traen la música a nuestras casas, las microondas que calientan nuestra comida, los rayos x que fotografían

nuestros huesos. En una sola fórmula se encuentra la energía que hace funcionar la televisión; que describe las ondas que transmiten el sonido y las imágenes desde la estación que las produce hasta nuestras casas; que explica cómo viajan las imágenes de su fuente a nuestros ojos y cómo se convierten en impulsos eléctricos viajando de nuestro nervio óptico al cerebro. Las ecuaciones de Maxwell, al unificar la electricidad, el magnetismo y la luz en todas sus manifestaciones, realmente unifican el motor tecnológico con el motor humano de nuestra sociedad.

Maxwell, al igual que muchos de los personajes mencionados más arriba, fue un científico que hacía *ciencia básica*, en contraposición de la *ciencia aplicada*. Buscaba una forma elegante de entender y describir la naturaleza; hacía ciencia sin estar motivado en primera instancia por sus aplicaciones. Su relación con el avance tecnológico está en el hecho de haber puesto los cimientos sobre los cuales, y a través de su trabajo y creatividad, infinidad de científicos, inventores, ingenieros y más de un artista han construido nuestra tecnología y, con ella, gran parte de nuestra sociedad actual.

Retomo ahora con más confianza y menos cansancio la escritura de mi proyecto y adopto una posición diametralmente opuesta a la de Pasteur para decir que toda, absolutamente toda la ciencia es aplicada; simplemente, como en mi caso, a veces todavía no hemos soñado con sus aplicaciones.

#### REFERENCIAS

1. James Clerk Maxwell, *Phil. Trans*; Royal Society of London 155, 459 (1865).
2. William Gilbert, *De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Mago Magnete Tellure* (1660).
3. Niccolo Cabeo [Cabaeus], *Philosophia Magnetica* (1629).
4. Charles Augustin de Coulomb, *Premier Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme* y *Second Mémoire sur l'Electricité et le Magnétisme* (1785).
5. André-Marie Ampère, *Mémoire sur les effets des courants électriques* (1820).
6. Michael Faraday, *Quarterly Journal of Science* (octubre 1821).
7. Michael Faraday, *Experimental researches on electricity* (1831).





# Un significado no trivial del conocimiento científico

Gerardo Hernández García

Por alguna razón se supone que los científicos generan conocimiento, y que de hecho ésta es su principal función social. No es extraño escuchar que los científicos connotados reciban el adjetivo de “sabios”. Creo que la sabiduría tiene poco que hacer en la ciencia, aunque la ignorancia sí sea un factor positivo en todo científico. La ciencia juega y ha jugado diversos y muy complejos roles en las sociedades occidentales. No es posible en unas líneas, ni en un libro, explicar en qué consiste y para qué sirve la ciencia. El propósito de este artículo es ofrecer un punto de vista que no aparece por ahí y que considero vital.

Me permito ir directamente a los puntos a considerar. (1) En primer lugar me referiré a lo que no aspira la ciencia. (2) Luego trataré de precisar a lo que sí aspira, como actividad generadora de conocimiento. (3) Por último señalaré un aspecto distintivo y muy fecundo de la ciencia que surge de los puntos anteriores.

## A lo que no aspira la ciencia

En primera instancia, es necesario dejar claro que la ciencia no aspira a conocer las cosas “tal como son”. La expresión es problemática y ofrece un fértil campo de especulación filosófica; pero nosotros no queremos competir con los filósofos, así que vamos a tomar esa noción intuitiva que todos entendemos por “lo que las cosas son”, y vamos a argumentar que éso no puede ser objeto de la ciencia.

El Dr. Gerardo Hernández García es investigador titular de la Sección de Metodología y Teoría y de la Ciencia del Cinvestav. ghernand@cinvestav.mx

Existen muchas formas de convencernos de que la ciencia ni puede ni quiere saber las cosas; nosotros vamos a revisar rápidamente tres de ellas: un argumento de tipo lógico, otro de tipo práctico y otro de naturaleza teórica. Aunque pueda afirmarse que ninguno de ellos es concluyente, espero dejar claro que buscar saber las cosas “como son” es más problemático que útil.

- a) Veamos el argumento lógico. Mucho antes de que Popper enterara a los filósofos de la naturaleza lógica de las pruebas empíricas, los científicos se habían dado cuenta que las afirmaciones científicas pueden ser sujetas a prueba, y que las pruebas pueden refutar una teoría pero no validarla. En otras palabras, si una inferencia resulta corresponder con la observación empírica, sabemos que tal coincidencia muestra únicamente que la teoría no falla ahí, pero no determina que sea verdadera. En cambio, si la inferencia es contraria a la experiencia, podemos estar seguros que hay algo mal en la teoría. Eso no quiere decir que la dejemos de usar, simplemente que hay que usarla con cautela, restringiendo el ámbito de su aplicación o con suposiciones adicionales.

Ahora supongamos que alguien adquiere, por medios que no importan, el conocimiento de lo que algo es. Nadie, excepto él o ella, podría distinguir sus afirmaciones de cualquier otra propuesta teórica. Podríamos poner a prueba de múltiples formas lo que esta persona afirma, y en cada caso veríamos que los resultados son coherentes con su propuesta, pero ello no garantizaría que lo que afirma es verdad. Si sus afirmaciones se validaran por doscientos años, aún no estaríamos convencidos de que lo que dice es “la verdad”. Finalmente, hemos sido testigos de la vigencia de una teoría por más siglos y luego hemos visto la necesidad de cambiarla por otra. De modo que esa propuesta podría sostenerse por mucho tiempo sin que por ello pudiéramos distinguirla de cualquier otra teoría exitosa. Su verdad nos resultaría profundamente indiferente. Por otra parte, el hecho de que una teoría resulte superada, no por ello deja de ser útil. La mecánica

de Newton es el ejemplo por antonomasia: aunque no nos diga cómo son las cosas, podemos usarla con provecho práctico y teórico.

- b) Consideremos un aspecto práctico dependiente del lenguaje. Supongamos que una divinidad me revela en sueños lo que es el agua. Muy probablemente me vería imposibilitado de comunicar esa verdad, pues quizás no podría formular la revelación en los términos en que hemos aprendido a comprender la materia: átomos con su distribución de cargas, las fuerzas que generan, densidades, conductividad eléctrica, compresibilidad, vórtices, viscosidad, número de Reynolds, etcétera. De manera que lo que yo diga va a ser incomprensible para todos aquellos que han estudiado el agua y sus formas. La verdad va a ser incommunicable. Simplemente imagine el lector que viajara a través del tiempo a alguna época del pasado y que intentara expresar lo que sabe a los científicos de ese tiempo; es un ejercicio teatral que lo convencerá pronto de lo que quiero decir. Y eso que no se puede decir que lo que sabemos es “la verdad”.

La “verdad de las cosas” es uno de los principales problemas de los místicos. La experiencia mística es única, personal e incommunicable. La ciencia se mueve precisamente en el sentido inverso. Todo esto nos lleva más allá del lenguaje, como veremos ahora.

- c) Veamos el aspecto teórico involucrado. Los términos que he mencionado, y muchos otros, no son sólo palabras, están inmersos en un juego muy complejo de relaciones. De modo que si pudiera expresar la verdad sobre el agua empleando los términos actuales, no necesariamente formularía una propuesta compatible con lo que sabemos del resto del mundo. Podría generar un sinnúmero de contradicciones, y habría que enmendar lo que se sabe del mundo para conservar la verdad de un objeto. La empresa de ajustar el mundo a aquello que supiéramos de uno de sus componentes quizás resultara incosteable. Nuevamente imaginemos un viaje al pasado, de siglo y medio, y tratemos de hablar de genes. La célula tendría que entenderse de otro modo, sin

órganos minúsculos, la existencia y la superioridad de las razas serían reevaluadas, el origen de la vida, las decisiones sociales de establecer matrimonios, la estructura atómica de la materia, la razón de las enfermedades, éso y más habría que ser ajustado. Más valdría seguir entendiendo el mundo tal como lo conocían que luchar por sostener una verdad limitada. En nuestro ejemplo inicial, habría que pedir a la divinidad que me revelara la verdad de los fluidos, pero tendría luego que extender mi petición a la verdad de la materia, y de la vida, y, finalmente, de todo. Sólo es posible saber la verdad de algo, si se sabe la verdad de todo.

## A lo que sí aspira

Ahora bien, si el objetivo de la ciencia no es saber las cosas tal como son, entonces es necesario especificar qué es lo que sí se propone. No es difícil decirlo, pero será un tanto complicado explicarlo: el objetivo de la ciencia es *entender* lo que pasa en el mundo. De poco sirve saber las cosas si no las entendemos. Finalmente, todos sabemos que el Sol sale por el Este, o que las cosas caen si las suelto, o que pierdo la vida si me quito la cabeza. No necesito la ciencia para saber esto y otras cosas. Necesito la ciencia para entender las cosas, aunque también es posible entenderlas sin saberlas. Puedo entender que dos objetos en contacto equilibran sus temperaturas imaginando que el calor es un fluido, o que la luz se propaga como onda en un medio indetectable que algunos llamaban éter, o que alguien se enferma porque se ha alterado el balance de sus fluidos, o que respiramos para enfriar el calor que produce el corazón en nuestros cuerpos, o que un gas ejerce presión en un contenedor por el golpeteo de las partículas que componen ese gas. Cada una de estas formas de comprensión de las cosas da un sentido a los fenómenos, y de ahí resultan inferencias, posibilidades que rebasan el fenómeno, inferencias que resultan válidas o no, pero en cada propuesta hay un esquema de inteligibilidad: así lo entendemos mientras ese entendimiento funcione. Entender significa poseer un marco, un esquema dónde ubicar las cosas. Puedo

saber que las cosas caen pero, para entender por qué caen, tengo que generar un esquema: puedo entender que caen porque buscan el lugar que les es natural, o porque hay una fuerza que las atrae, o porque deforman su entorno y se mueven de acuerdo a la topografía de ese entorno. De cada uno de esos esquemas se deducen otras consecuencias, posibilidades que puedo explorar a fin de dar mayor o menor sustento a mis propuestas, pues entender algo no sólo consiste en darle una explicación, es negar la posibilidad de que eso no ocurra, mostrar que lo que sucede no sólo ocurre sino que debe ocurrir. Darle el carácter de necesidad a lo que simplemente acontece.

Sin embargo, decir que entender es el objeto de la ciencia es decir muchas cosas. Por ejemplo, que la ciencia es una actividad profundamente humana. Entendemos nosotros, los humanos. No importa que una máquina registre un fenómeno tal cual es, la máquina no hace ciencia porque no genera un esquema para entender lo que registra. Nosotros sí. Pero también significa que cada individuo debe generar su comprensión del mundo. Yo no entiendo algo porque otro lo haya entendido, cada individuo debe generar su propia comprensión de las cosas. Aprender ciencia no consiste en repetir lo que otros han hecho o dicho de las cosas, sino hacer propios los esquemas de comprensión que la ciencia ha producido. Hacer ciencia significa producir nuevos esquemas de comprensión del mundo, o mostrar que los vigentes dan cuenta de fenómenos nuevos o inexplicados.

Ahora bien, ¿cómo se generan esos esquemas de inteligibilidad? Una respuesta casi natural alude a la observación, pero eso es trivialmente falso. Además de la justificación experimental que proviene de la psicología, podemos simplemente cuestionar qué sacaríamos de observar “con cuidado” una serie de números naturales, o un triángulo, o la bóveda celeste o un campo de chícharos. Nada. La única forma de obtener el teorema fundamental de la aritmética, el de la suma de los ángulos internos, la configuración del Sistema Solar o las leyes de Mendel es a través de la acción, de transformar, aunque sólo sea mentalmente, las cosas para identificar reglas, composiciones, relaciones. Ningún ser humano puede producir esquemas de la simple observación. Se trata de dar forma, de crear

esquemas a partir de nuestras acciones sobre el mundo. Imaginemos a Kepler enfrentado a los innumerables datos que registraba Brahe. ¿Cómo puede la observación de tales datos producir el movimiento elíptico de Venus alrededor del Sol? ¿No se debe jugar incansablemente con posibilidades (abiertas por Copérnico, en este caso) hasta ajustar una elipse de excentricidad mínima? ¿Qué observación produce la circulación de la sangre, la conservación de la energía, la teoría del operón, el último teorema de Fermat? Son las inacabables acciones sobre el objeto las que perfilan finalmente un esquema que lo hacen comprensible. No se necesita gran esfuerzo para ver que los instrumentos científicos amplían y diversifican nuestras posibilidades de acción sobre las cosas. Para eso están, y así los usamos.

## Significado no trivial

No es posible negar el valor cognitivo que aportan las visiones culturales del mundo, aquellas que provienen de la religión, de la magia, de la tradición, del contacto social. En todas ellas reconocemos el elemento fundamental de intelección. Atribuyen una razón a lo que acaece. Si el lector las mira con desconfianza, ensayemos otros ejemplos. Una interpretación legal no es una interpretación científica, pero es muy válida desde todos los estándares racionales de nuestra sociedad. La económica no es menos importante y, a veces, hasta aquella que proviene del arte. Simplemente imagine el lector que estalla un pozo petrolero. Sería absurdo encontrar sólo la explicación científica (estructural, química); las consecuencias sociales se satisfacen mejor con un marco legal, económico, político. De modo que es claro que

la ciencia no se puede erigir como la única actividad que hace comprensible los fenómenos humanos, naturales o abstractos.

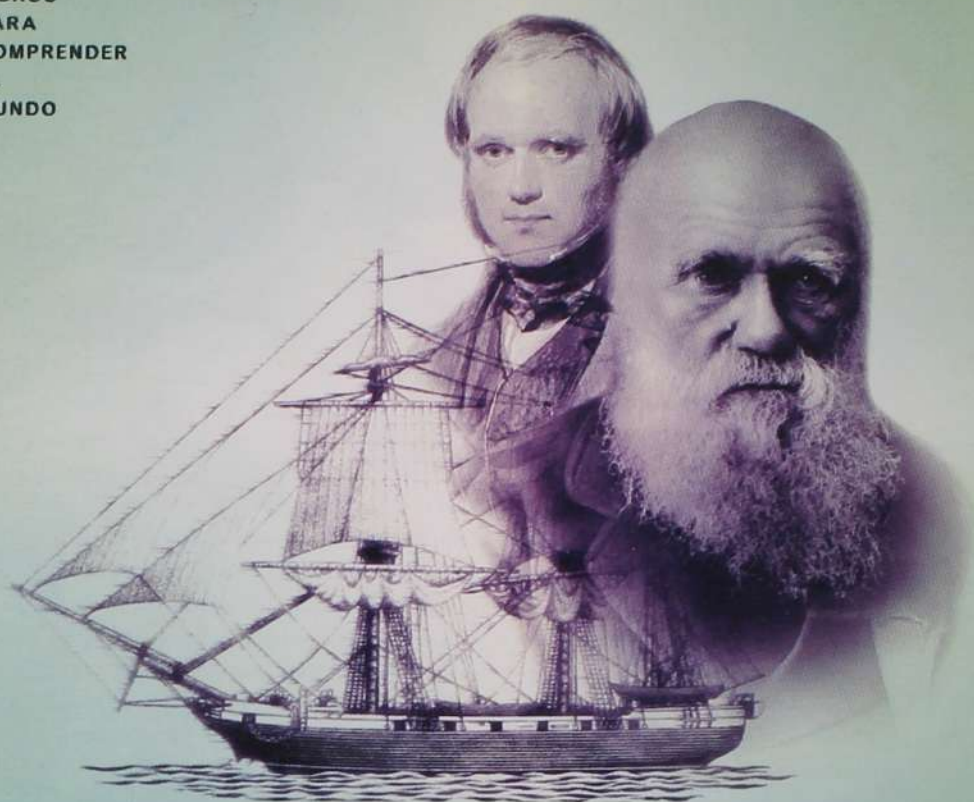
Entonces, ¿qué tiene de particular la ciencia? Sin entrar en disputas sobre el valor que tienen los esquemas cognitivos de la ciencia sobre otros, podemos al menos señalar que *la ciencia es la forma más acabada de producción sistemática de esquemas de comprensión del mundo*. Ningún otro hacer humano privilegia, motiva, encarece y hasta premia la novedad. El dogma limita y prohíbe nuevas posibilidades interpretativas, la tradición se resiste al cambio, la ciencia lo promueve. Crear nuevos esquemas consistentes con nuestro muy variado accionar sobre el mundo no es algo simple. La novedad científica no es una moda ni una convención arbitraria, pues necesita ser compatible con las respuestas que el mundo da a nuestras acciones. No podemos negar la naturaleza humana de la comunidad científica, que obedece a estructuras de poder y formas de negociación, a rencillas personales y mentiras; lo que resulta admirable no es que ocurran tales cosas, sino que se impongan, tarde o temprano, aquellos esquemas de cognición que dan cuenta de lo que sabemos de las cosas. Y aun si este no fuera el caso general, bastaría con señalar que ha ocurrido para mostrar el poder creativo de la ciencia. Crear esquemas de comprensión es producir posibilidades explicativas, nuevas formas de ver, aunque la teoría que nazca termine por destruir a aquellas que le dieron origen. No hay dogmas, solamente supuestos, y todo supuesto permanece hasta que haya necesidad de cambiarlo. Si la ciencia tuviera este solo valor, fuera de sus aplicaciones concretas, se justificaría ampliamente en cualquier sociedad.



META BREVES

LIBROS  
PARA  
COMPRENDER  
EL  
MUNDO

TUSQUETS  
EDITORES



LA HISTORIA DE UN HOMBRE EXTRAORDINARIO

# DARWIN



TIM M. BERRA

# Darwin.

## La historia de un hombre extraordinario

Tim M. Berra

Con motivo del bicentenario del nacimiento de Charles Darwin (12 de febrero de 1809) y de los 150 años de la publicación de *El origen de las especies*, Tusquets Editores lanza Darwin. *La historia de un hombre extraordinario*, número uno de la nueva colección Metabrevs. Libros para comprender el mundo.

Esta biografía profusamente ilustrada (20 fotografías en color y 60 en blanco y negro) relata de manera concisa pero rigurosa la trayectoria vital del autor de *El origen de las especies*, al tiempo que muestra su lado más humano.

Tim M. Berra, científico y autor de este título, expone con claridad las teorías darwinistas y analiza su impacto en la actualidad y en el pensamiento occidental, mientras traza un fresco retrato del hombre que fue Darwin, combinándolo con anécdotas, detalles curiosos e ilustraciones cuidadosamente seleccionadas. La teoría de la evolución mediante la selección natural, una de las ideas más revolu-

cionarias y trascendentales jamás concebidas por la mente humana, cambió para siempre la visión del lugar que ocupa el hombre en el mundo. El artífice de esta teoría, Charles Darwin, fue un extraordinario científico cuya vida, jalada por apasionantes viajes, arduos estudios y acaloradas polémicas, posee todos los ingredientes de una novela de aventuras.

Charles Darwin nació en 1809 en Shrewsbury (Inglaterra). Estudió en Edimburgo y en Cambridge, y, muy interesado ya en la historia natural, se embarcó en el célebre *Beagle*, con el que viajó a Tierra de Fuego, islas Galápagos, Nueva Zelanda y Tasmania, entre otros lugares. A su vuelta, escribió varias obras, entre ellas el célebre *El origen de las especies*, que vio la luz en noviembre de 1859, por lo que se cumplen también los 150 años de su publicación. Sus teorías fueron tan admiradas por unos como denostadas por otros hasta su muerte, en 1882.

Tim M. Berra es profesor emérito de evolución, ecología y biología de organismos en la Ohio State University. Es autor de numerosos libros, entre ellos *Evolution and the Myth of Creationism* (1990), *A Natural History of Australia* (1998) y *Darwin*, su título más reciente.

**A**

Aceves, J.  
Semblanza de H. Aréchiga [22, 137]

Aldana, D.  
Instituciones del sureste [23(1), 19]

Álvarez Góngora, C.  
Florecimientos algales [24(3), 33]

Álvarez Salas, L. M.  
Funciones celulares [22, 23]  
Ácidos nucleicos terapéuticos [25(4), 44]

Álvarez Silva, M.  
Arsénico en la cuenca lagunera [25(4), 24]

Anderson Herrera, P. L.  
Anillos de crecimiento [24(3), 25]

Arias Reyes, L. M.  
Cacería tradicional en el Mayab [1, 21]

Arredondo Brun, J. C.  
Proyecto MILAGRO [25(2), 26]

Asomoza Palacios, R.  
Entrevista con J. Suárez [23(2), 39]  
Nuevo director general [26(1), 76]  
Presentación editorial [1, 3]

Ávila Urbina, M. E.  
Tragicomedia mexicana [22, 109]

**B**

Balam, G.  
Enfermedades socioeconómicas de la mujer maya [23(1), 29]

Baqueró, R.  
Superconductividad [24(2), 45]

Barajas Bermúdez, L.  
Resonancia magnética nuclear [25(3), 74]

Barrientos, A. L.  
Tejiendo el hilo para la convergencia [22, 106]

Bejar, C.  
Semblanza de H. Aréchiga [22, 146]

Bermúdez, M.  
Modelo neuronal para la distrofia miótica [25(4), 38]

Blader, K.  
Distribución de claves cuánticas [27, 24]

Bravo, G.  
Hipertensión arterial [22, 243]

**C**

Candela, A.  
Evaluaciones estandarizadas [24(1), 45]

Capovilla, R.  
El botánico, el físico y el borracho [24(2), 19]

Capurro, L.  
Excelencia en la ciencia [22, 35]  
Un gran ecosistema costero [22, 69]  
Ascenso del nivel del mar [23(1), 35]  
Maurice Ewing [24(3), 15]  
Vocación turística de Yucatán [25(3), 58]

Carbajal, Tinoco, M. D.  
Caracterización de moléculas [22, 27]

Castaños Garza, O.  
División de Información Cuántica [27, 72]

Castillo, M. J.  
Educación ambiental [24(4), 12]

Castillo Escalante, V.  
Cambio de las líneas costeras [25(4), 64]

Castro, J. J.  
Turbulencia [23(4), 65]

Castro, T.  
Proyecto MILAGRO [25(2), 26]

Centurión, D.  
Migraña y sus tratamientos [22, 251]

Cerejido, M.  
El azar está en las bolas [22, 43]  
Semblanza de H. Aréchiga [22, 142]  
Investigadores y científicos [25(1), 34]  
Ciencia y religión [1, 49]  
Más sobre ciencia y religión [1(3), 215]

Cisneros, B.  
Modelo neuronal para la distrofia miótica [25(4), 38]

Coello Coello, C. A.  
El Departamento de Computación [26(2), 4]  
Origen del miedo a las computadoras [26(2), 68]  
Premio de investigación 2007 [26(4), 76]

Collazo Reyes, F.  
A. Baños: pionero [1, 5]  
Universidades mexicanas [1, 152]

Collazo Rodríguez, J.  
Universidades mexicanas [1, 152]

Contreras, J. G.  
El placer de un porqué [24(2), 65]  
Variación del ritmo cardíaco [26(1), 24]  
El legado de Hera [1, 124]

Encendiendo la luz [1(3), 221]

Contreras Theurel, R.  
Un nuevo ciclo [22, 77]  
Fundación y futuro [22, 183]  
Entrega de diplomas [23(3), 39]  
44 años de excelencia [24(3), 9]  
Niños mexicanos [25(2), 18]  
Despedida [26(1), 78]

Cota Peñuelas, G.  
Linterna verde las ciencias biológicas [1, 138]

Cruz, S. L.  
Fármacos que producen dependencia [22, 211]  
Cerebro y consumo de drogas [25(2), 36]  
Tobacco and shamanism [22, 203]

Cruz Cruz, S.  
Estados coherentes [27, 30]

Chimal, C.  
Neurociencias, I. Cajal [22, 53]  
Perfil de un experimentalista [22, 95]  
El arte de estudiar sistemas [22, 171]

**D**

De Ibarrola, M.  
Entrevista con J. Suárez [23(2), 39]  
¿Se vale hacer dinero en la academia? [23(2), 75]  
Evaluación de investigadores [24(1), 9]

De la Cueva, H.  
El futuro de la generación del conocimiento [26(4), 42]

Delgado Cepeda, F. J.  
Control cuántico [27, 58]

Delgado Vargas, F.  
Natural colorants [22, 287]

Díaz Chávez, M. A.  
Cryptographic algorithms [26(2), 76]

Díaz Pérez, A.  
Laboratorio de tecnologías de la información [26(2), 14]

Dickinson, F.  
Ecología humana en México [23(3), 5]  
Educación ambiental [24(4), 56]  
Unidad Mérida [24(4), 56]

Didou Aupetit, S.  
Acreditación de la educación superior [24(1), 31]

Duarte Gómez, F.  
Espectro electromagnético visible [26(1), 44]

Duran, N. V.  
El cuento chino de los peipers [1(2), 73]

**E**

Echavarría Castro, L.  
Las bases educativas del siglo XXI [22, 61]

Escobosa, A.  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]

España Ruiz, A.  
Tabla periódica [25(2), 58]

Espejo López, G.  
Termoelectricidad [23(4), 55]

**F**

Fernández Fuentes, A.  
Cerámica y electroquímica [22, 161]

Fernández Guasti, A.  
Fármacos y actividad sexual [22, 227]

Ferreiro, E.  
Evaluación de los aprendizajes [24(1), 37]

Fleming, A. S.  
Conducta maternal [25(3), 10]

Flores Parra, A.  
Megaproyecto de divulgación [26(4), 66]

Flores R.  
Espectroscopia de lente térmica [24(2), 55]

Flores Rosales, G.  
Chocolate y sus mitos [22, 3]

Frixione, E.  
Semblanza de H. Aréchiga [22, 139]  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]  
Presentación editorial [25(1), 4]  
Los olvidados [25(1), 60]

**G**

García, A.  
Pioneros en la construcción de la teoría moderna de partículas elementales [1, 130]

García Compeán, H.  
Einstein y la física moderna [23(4), 7]

García Mena, J.  
Polinucleótido fosforilasa [25(4), 48]

Godina, J. J.  
Física médica [24(2), 27]

- Gómez, A.  
Ver con el pensamiento [1(3), 179]
- Gómez, D.  
Espectroscopia de lente térmico [24(2), 55]
- Gómez García, E.  
Procesadores cuánticos atómicos [27, 38]
- Gómez Nashiki, A.  
Ciencia, un proyecto de vida [24(1), 85]  
Conflicto institucional [25(2), 46]
- González, C.  
Estudios moleculares sobre alergias [22, 257]
- González, P.  
Física estadística [23(4), 47]
- González Mariscal, G.  
Neurobiología del conejo [25(3), 4]
- Gorostiza, L.  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]
- Granados, V.  
Fármacos y alivio del dolor [22, 219]
- Guerrero Hernández, A.  
La linterna verde de las ciencias biológicas [1, 138]
- Gurevich, Y.  
Termoelectricidad [23(4), 47]
- Gutiérrez Castro, A. I.  
El Garraón [1, 92]
- Gutiérrez Escolano, A. I.  
Estrategias replicativas del virus Norwalk [25(3), 44]
- Gutiérrez Ruiz, D.  
Procesamiento de señales magnéticas [26(4), 10]
- Gutiérrez-Vázquez, J. M.  
Ética e investigación [1(3), 191]  
La privatización del conocimiento [1(3), 196]  
Cuatro ideas sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica [1(3), 198]
- Guzik, R.  
S. Ramón y Cajal [23(1), 51]
- H
- Hayden, C.  
Generic medicines [25(1), 50]
- Hernández, G.  
Significado no trivial [1(3), 225]
- Hernández, J.  
Entre Piaget y la pared del tubo neural [23(1), 5]
- Hernández Calderón, I.  
Transistores y nanoestructuras [24(2), 37]
- Hernández Lerma, O.  
Las matemáticas [22, 243]
- Herrera Estrella, L. R.  
Premio Nacional de Ciencia 2002 [22, 81]
- Hong, F.  
Hipertensión arterial [22, 243]
- Hoyo Vadillo, C.  
Farmacogenómica de la población mexicana [1, 85]
- Herrera Corral, G.  
La estructura del universo [23(4), 29]  
Aceleradores de partículas y medicina [26(1), 6]  
ALICE [26(4), 48]  
A. Baños [1, 5]  
El acelerador LHC [1, 100]
- Herrera Silveira, J. A.  
Florecimientos algales [24(3), 33]
- Huerta, R.  
¿Es terrestre la vida extraterrestre? [26(3), 76]
- I
- Imaz Jahnkel, C.  
Nature Medicine [24(4), 8]  
Nicolas Cusa [26(4), 22]
- Juárez de la Rosa, A.  
Anillos de crecimiento [24(3), 25]
- K
- Klimov, A. B.  
Información cuántica [27, 12]  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]  
Academia-industria [25(1), 44]
- L
- Latapí Sarre, P.  
Ciencia y fe [1(2), 67]  
José Manuel Gutiérrez-Vázquez entre nosotros [1(3), 171]
- Leyva Montiel, J. L.  
Sistema telefónico VOIP [25(3), 52]
- López, C.  
Fármacos y dependencia física [22, 211]
- López Castro, G.  
Presentación editorial [23(4), 5]
- López López, M.  
Autoensamblados de puntos cuánticos [27, 44]
- López Muñoz, F. J.  
Fármacos y alivio del dolor [22, 219]  
Formación de investigadores [23(3), 19]
- Luna Morales, M. E.  
Patrones de acceso a servicios bibliográficos [26(3), 58]
- M
- Macedo, J. L.  
Mundo estocástico [24(4), 28]
- Manzanilla, S.  
Instituciones del sureste [23(1), 19]
- Martínez Bustos, F.  
Uso de almidón y bagazo de caña [26(4), 25]  
Polímeros renovables [26(4), 9]
- Martínez, O.  
Espectroscopia de lente térmico [24(2), 56]
- Martínez Parente, J.  
Bioterio de la sede Sur [23(3), 43]
- Matos, T.  
Einstein y la física moderna [23(4), 7]
- Matos, T.  
El fondo de microondas [26(4), 32]
- Mayen, R.  
Espectroscopia de lente térmico [24(2), 55]
- Medina Elizalde, M.  
Glaciaciones [24(4), 46]
- Melo, A. I.  
Conducta maternal [25(3), 10]
- Meneses, A.  
Patologías y fármacos [22, 235]  
Methods of behavior analysis [22, 201]
- Méndez, J. M.  
Física estadística [23(4), 47]  
Materiales blandos [24(2), 7]
- Mercado, R.  
Evaluación de maestros de educación básica [24(1), 53]
- Mercado Uribe, H.  
Física de radiaciones [26(1), 38]
- Mielnik, B.  
Evaluación académica [24(1), 23]
- Minor Martínez, A.  
Robótica médica [26(4), 19]
- Miranda Romagnoli, O. G.  
Detección de rayos X [22, 31]
- Mondie Cruzange, S.  
V. V. Kharitov [26(2), 72]
- Montaño Zetina, L. M.  
Imagenología y detectores [26(1), 16]  
¿Es peligroso el LHC? [1, 106]
- Montiel Ortega, S.  
Cacería tradicional en el Mayab [1, 21]
- Montoya Suárez, E.  
Desarrollo de soluciones a bajo costo [26(4), 12]
- Morales, Luna, G.  
Computación cuántica [26(2), 42]  
Codificación superdensa [27, 50]
- Moreno, L.  
The world is flat [24(4), 74]
- Muñoz, J.  
Semblanza de H. Aréchiga [22, 138]
- Mustre de León, J.  
Superconductividad [25(2), 4]
- N
- Navarro, F.  
Entrevista con H. González Serrato [23(1), 47; 23(2), 17]
- Novoa, G.  
Un regalo para Susana [23(1), 61]
- Núñez de Cáceres, R. M.  
Entrada del virus del dengue [25(3), 38]
- O
- Ochoa, F.  
Enfermedad socioeconómica de mujeres mayas [23(1), 29]
- Oliva, I.  
Unidad Mérida [24(4), 56]
- Olive, L.  
La ciencia en México [25(1), 20]
- Olvera, M. A.  
Unidad Mérida [24(4), 56]
- Ortega, G.  
Entrevista con M. Ortega [23(2), 7; 23(3), 25]
- P
- Palacios, S. E.  
Peces del litoral de Yucatán [24(3), 53]
- Paredes López, O.  
Recursos nutracentricos [25(3), 64]  
E. Méndez Docurro [1, 45]

- Patiño, R.  
La U. Mérida [24(4), 56]  
Entrevista con G. Contreras [24(4), 60]
- Paz Sandoval, A.  
Unidad Monterrey [25(1), 68]
- Pellicer, A.  
Ver con el pensamiento [1(3), 179]
- Peña, F.  
Patologías y fármacos [22, 235]
- Peña Haro, J. A.  
Tabla periódica [25(2), 58]  
Química del color [26(3), 46]
- Pérez Angón, M. A.  
M. Cerejido y sus patrañas [24(2), 73]  
Cienciometría [25(1), 28]  
Superconductividad [26(4), 74]  
Nosotros, Ateneo de México [1, 77]
- Pérez Lorenzana, A.  
El fondo de microondas [26(4), 32]
- Pérez Tamayo, R.  
Futuro de la ciencia [25(1), 6]
- Porter, M.  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]
- Prieto, C.  
Entrevista con S. Gitler [23(2), 27]
- Q**
- Quintanilla, B.  
Entrevista con H. González Serrato [23(1), 4; 12(2), 27]
- Quintanilla, S.  
Presentación editorial [22, 67]  
Textos nocturnos [22, 103]  
Los graduados del Cinvestav [22, 189]  
Tiempos de revuelo [23(1), 71]  
Doctorado de investigaciones educativas [23(3), 13]  
Esclerosis múltiple [1, 37]  
Entrevista con J. M. Gutiérrez Vázquez [1(3), 179]
- R**
- Ramírez, J. M.  
Generación limpia de energía eléctrica [25(4), 24]
- Ramírez, P.  
Science and the oral tradition [22, 204]
- Ramírez de Arellano, E.  
Evaluación de la evaluación [24(1), 19]
- Ramírez Trejo, R.  
Tabla periódica [25(2), 58]
- Ramos Gorchado, F. F.  
Computación en Guadalajara [26(2), 28]
- Reyes Rodríguez, M. A.  
Sistema circulatorio del planeta azul [24(3), 71]
- Reynoso, R.  
Entrevista con A. Zepeda [23(2), 51]
- Rivaud, J. J.  
Entrevista con S. Gitler [23(2), 27]
- Rocha, L.  
Patologías y fármacos [22, 235]
- Rodríguez Achach, M.  
¿Es terrestre la vida extraterrestre? [26(3), 76]
- Rodríguez Canal, R.  
Salud en el ecosistema [24(3), 45]
- Rodríguez Guzmán, M. D.  
Espectro electromagnético visible [26(1), 44]
- Rodríguez Henríquez, F.  
Funciones booleanas [26(2), 50]
- Rodríguez Lara, B. M.  
Comunicación cuántica [27, 18]
- Rodríguez Manzo, G.  
Fármacos y actividad sexual [22, 227]
- Rodríguez Varela, J.  
Generación electroquímica [25(4), 15]
- Rojo Asenjo, O.  
Correspondencia entre dos mentes [26(3), 30]
- Romero, A.  
Mundo estocástico [24(4), 28]
- Rosas Ortiz, O.  
Una historia de la ciencia [23(3), 59]  
Investigación cuántica [23(4), 19]  
¿Qué le falta al universo? [24(2), 70]  
Estados coherentes [27, 30]
- Rosenblatt, J. S.  
Panotla: center for study of maternal behavior [25(3), 16]
- Rosenblueth, A.  
Investigación científica y tecnológica [23(2), 61]
- Rudomín, P.  
Investigación científica y educación [22, 149]
- Ruiz Suárez, J. C.  
Y sin embrago se mueve [26(3), 68]
- Rzedowski Calderón, M.  
Las matemáticas [25(2), 76]  
Los enigmáticos números primos [25(4), 30]
- S**
- Sagols Troncoso, F. D.  
Matemáticas y enciclopedia [25(2), 11]
- Salcedo, D.  
Proyecto MILAGRO [25(2), 26]
- Salgado, A.  
Asesinato en el campus [23(1), 75]
- Santos Trigo, M.  
Mas allá de los exámenes estandarizados [22, 9]
- Sánchez, A.  
Producción y uso de combustibles [1, 29]
- Sánchez Castro, M. E.  
Gasificación de carbón natural [26(3), 10]
- Sánchez Hernández, A.  
El experimento CMS [1, 116]
- Sánchez Moguel, A.  
Evaluación educativa [24(1), 71]
- Sandoval Ibarra, F.  
La nueva electrónica [24(4), 22]
- Sanmiguel, R. E.  
Ingeniería y física biomédica [26(3), 18]  
Radiología [26(1), 28]
- Shibayama Salas, M.  
Amibas de vida libre [26(3), 40]
- Suárez, J.  
Telecomunicaciones [24(4), 38]
- Suaste Gómez, E.  
Antecesoros de la técnica y la medicina [25(3), 24]
- T**
- Talamás Rohana, P.  
Esqueleto de actina [26(3), 4]
- Toledo, V. M.  
J. M. Gutiérrez Vázquez [1(3), 175]
- Torres, E.  
Generación limpia de energía [25(4), 24]
- Trujillo González, R.  
Yucatán en las olimpiadas de biología [26(1), 60]
- U**
- Uribe Salas, A.  
Arsénico en la cuenca lagunera [25(4), 24]
- V**
- Valverde González, M. E.  
Recursos nutracentricos [25(3), 64]
- Vargas Jarillo, C.  
Uso de exámenes estandarizados [22, 25]
- Vega, M. D.  
Educación ambiental [24(4), 12]
- Vega, M. F.  
Peces del litoral de Yucatán [24(3), 53]
- Vega López, M. A.  
Inmunología de las mucosas [26(1), 54]
- Vega Loyo, L.  
Sistema inmune y contaminantes [26(4), 52]
- Venegas Andraca, S. E.  
Caminatas cuánticas [27, 64]
- Vessuri, H.  
Convergencia tecnológica [25(1), 10]
- Vicent, L. E.  
Fotones enredados [27, 5]
- Vidal Hernández, L. E.  
Ecosistemas costeros mexicanos [24(3), 59]
- Villalobos Medina, R.  
Hipertensión arterial [22, 243]
- Villalón, C.  
Migraña y su tratamiento [22, 25]
- Villagas Sepúlveda, N.  
Descubridor del origen infeccioso del carcinoma del cérvix [1, 134]
- W**
- Weinberg, S.  
Sin Dios [1, 144]
- Z**
- Zepeda, A.  
Física de partículas elementales [23(4), 41]

## Biología celular

Funciones celulares, P. Nobel 2002  
L. M. Álvarez Salas [22, 23]

Estrategias replicativas del virus Norwalk  
A. L. Gutiérrez Escolano [25(3), 44]

Polinucleótido fosforilasa: joya de las ribonucleos  
J. García Mena [25(4), 48]

La linterna verde de las ciencias biológicas: P. Nobel 2008  
A. Guerrero Hernández, G. Cota Peñuelas [1, 138]

## Biomedicina

Chocolate: mitos y realidades  
G. Flores Rosales [22, 3]

Ácidos nucleicos terapéuticos contra cáncer cervical  
L. M. Álvarez Salas [25(4), 44]

Inmunología de las mucosas  
M. A. Vega López [26(1), 54]

Esclerosis múltiple: génesis de la enfermedad  
S. Quintanilla [1, 37]

Descubridor del origen infeccioso del carcinoma de cérvix  
N. Villegas Sepúlveda [1, 134]

## Biología del desarrollo

Conducta maternal: modelo para el desarrollo del sistema nervioso  
A. I. Melo, A. S. Fleming [25(3), 10]

Panotla: center for the study of maternal behavior  
J. S. Rosenblatt [25(3), 16]

## Biotecnología y bioingeniería

Antecedentes de la técnica y la medicina en México  
E. Suaste Gómez [25(3), 24]

Recursos nutracentricos y medicinales de Mesoamérica  
O. Paredes López, M. E. Valverde González [25(3), 64]

Uso de almidón y bagazo de caña: bolsas biodegradables  
F. Martínez Bustos [26(4), 25]

## Biología molecular

Caracterización de biomoléculas, P. Nobel 2002  
M. D. Carbajal Tinoco [22, 27]

Entrada del virus del dengue: moléculas y patogenia viral  
R. M. Núñez de Cáceres [25(3), 38]

La linterna verde de las ciencias biológicas, P. Nobel 2008

A. Guerrero Hernández, G. Cota Peñuelas [1, 138]

Un gran ecosistema costero: la península de Yucatán  
L. Capurro [22, 69]

Ascenso del nivel del mar  
L. Capurro [23(1), 35]

Anillos de crecimiento: fuente de información ambiental  
A. Juárez de la Rosa, P. L. Ardisson Herrera [24(3), 25]

Cuando el mar cambia de color: florecimientos algales  
C. Álvarez Góngora, J. A. Herrera Silveira [24(3), 33]

Salud en el ecosistema  
R. Rodríguez Canal [24(3), 45]

Peces del litoral de Yucatán  
S. E. Palacios, M. E. Vega [24(3), 53]

Sustentabilidad de los ecosistemas costeros mexicanos  
L. E. Vidal Hernández [24(3), 59]

Sistema circulatorio del planeta azul  
M. A. Reyes Rodríguez [24(3), 71]

Vocación turística de la península de Yucatán  
L. Capurro [25(3), 58]

Cambio de las líneas costeras  
V. Castillo Escalante [25(4), 64]

El Garrafón: un arrecife de El Caribe mexicano  
A. I. Gutiérrez Castro [1, 92]

## Cienciometría

Usos y abusos de la cienciometría  
M. Á. Pérez Angón [25(1), 28]

Patrones de acceso a servicios bibliográficos  
M. E. Luna Morales [26(3), 58]

Universidades mexicanas en clasificaciones internacionales  
F. Collazo Reyes, J. Collazo Rodríguez [1, 152]

## Computación

El Departamento de Computación del Cinvestav  
C. A. Coello Coello [26(2), 4]

Laboratorio de tecnologías de la información en Cd. Victoria  
A. Díaz Pérez [26(2), 14]

Ciencias de la computación en la Unidad Guadalajara  
F. F. Ramos Corchado [26(2), 28]

Computación cuántica: métodos y desarrollo  
G. Morales Luna [26(2), 42]

Funciones booleanas con propiedades criptográficas  
F. Rodríguez Henríquez [26(2), 50]

Origen del miedo a las computadoras  
C. A. Coello Coello [26(2), 68]

Información cuántica: ideas y perspectivas  
A. B. Klimov [27, 12]

Introducción a la comunicación cuántica  
B. M. Rodríguez Lara [27, 18]

Distribución de claves cuánticas  
K. Blader [27, 24]

Codificación superdensa: característica única del cómputo cuántico  
G. Morales Luna [27, 50]

Control cuántico: dos enfoques  
F. J. Delgado Cepeda [27, 58]

Caminatas cuánticas: definiciones y algoritmos  
S. E. Venegas Andraça [27, 64]

## Correspondencia

A. Baños en el Cinvestav  
E. Méndez Dourro [1, 164]

## Desarrollo institucional

Excelencia en la ciencia  
L. Capurro [22, 35]

Presentación editorial  
S. Quintanilla [22, 67]  
R. Asomoza Palacios [1, 3]

Un nuevo ciclo: espacio de oportunidades  
R. Contreras [22, 77]

Publicar: una estrategia para sobrevivir  
R. Darton [22, 113]

Fundación y futuro  
R. Contreras [22, 183]

Los graduados del Cinvestav  
S. Quintanilla [22, 189]

El sureste de México: instituciones y Conacyt  
S. Manzanilla, D. Aldana [23(1), 19]

Ratas de laboratorio y bioterio  
S. Martínez Parente [23(3), 43]

44 años de excelencia  
R. Contreras [24(3), 9]

Unidad Mérida: 25 años de investigación  
F. Dickinson [24(3), 56]

Creación de la Unidad Monterrey  
A. Paz Sandoval [25(1), 68]  
A. Baños: surgimiento de la física y la investigación en México

F. Collazo Reyes, G. Herrera Corral [1, 5]

## Díálogos

Neurociencias en el Instituto Cajal  
C. Chimal [22, 53]

Perfil de un experimentalista: J. Steinberger  
C. Chimal [22, 95]

El arte de estudiar sistemas: H. Noth  
C. Chimal [22, 171]

Entrevista con M. Ortega  
G. Ortega [23(2), 7; 23(3), 25]

Entrevista con H. González Serratos  
F. Navarro, B. Quintanilla [23(1), 41; 23(2), 17]

Entrevista con S. Gitler  
C. Prieto, J. J. Rivaud [23(2), 27]

Entrevista con J. Suárez Díaz  
M. de Ibarrola, R. Asomoza [23(2), 39]

Entrevista con A. Zepeda  
R. Reynoso [23(2), 51]

Entrevista con G. Contreras Nuño  
R. Patiño [24(4), 68]

Esclerosis múltiple: génesis de la enfermedad  
S. Quintanilla [1, 37]

Ver con el pensamiento  
A. Pellicer, A. Gómez [2(3), 179]

## Distinciones académicas

P. Nobel de medicina 2002 [22, 23]

P. Nobel de física 2002 [22, 31]

P. Nobel de química 2002 [22, 27]

P. Young Scientist [22, 92]

P. Arturo Rosenbluth 2002 [22, 265]

P. Nobel de física 2006 [26(4), 32]

P. Nobel de física 2008 [1, 130]

P. Nobel de medicina 2008 [1, 134]

P. Nobel de química 2008 [1, 138]

## Documentos

Un nuevo ciclo: un espacio de oportunidades  
R. Contreras Theurel [22, 77]

Premio Nacional de Ciencias 2002  
L. R. Herrera Estrella [22, 81]

Las matemáticas: un patrimonio de la humanidad  
O. Hernández Lerma [22, 179]

La investigación científica y la tecnología  
A. Rosenbluth [23(2), 61]

Protesta como nuevo director general  
R. Asomoza Palacios [26(1), 76]

Despedida  
R. Contreras [26(1), 78]

Premio de investigación 2007  
C. A. Coello Coello [26(4), 76]

## Ecología

Un gran ecosistema costero: la península de Yucatán  
L. Capurro [22, 69]

Enfermedad socioeconómica de la mujer maya: el chich-nak  
G. Balam, E. Ochoa [23(1), 29]

Ecología humana en México  
F. Dickinson [23(3), 5]

Participación comunitaria y educación ambiental  
M. D. Viga, F. Dickinson, y M. T. Castillo [24(4), 12]

Glaciaciones, dióxido de carbono y calentamiento global  
M. Medina Elizalde [24(4), 46]

Cacería tradicional en el Mayab: ecología humana  
S. Montiel Ortega, L. M. Arias Reyes [1, 21]

El Garrafón: un arrecife de El Caribe mexicano  
A. I. Gutiérrez Castro *et al.* [1, 92]

## Educación

Más allá del uso de exámenes estandarizados  
M. Santos Trigo, C. Vargas Jarillo [22, 9]

Bases educativas del siglo XXI  
L. Echavarría Canto [22, 61]

Graduados del Cinvestav  
S. Quintanilla [22, 189]

Doctorado en investigaciones educativas  
S. Quintanilla [23(3), 13]

Los olvidados por la educación científica  
E. Frixione [25(1), 60]

Matemáticas en la enciclopedia  
F. D. Sagols Troncoso [25(2), 11]

Los niños mexicanos y la ciencia  
R. Contreras, A. Flores Parra [25(2), 18]

Yucatán en las olimpiadas de biología  
R. Trujillo González [26(1), 60]

Un megaproyecto de divulgación científica  
A. Flores Parra [26(4), 66]

Universidades mexicanas en las clasificaciones internacionales  
F. Collazo Reyes, J. Collazo Rodríguez [1, 152]

## Espacio abierto

Ciencia y religión  
M. Cerejido [1, 49]

Ciencia y fe: una visión alternativa  
P. Latapí Sarre [1, 67]

Ética e investigación  
[1(3), 191]

La privatización del conocimiento  
[1(3), 196]

Cuatro ideas sobre la enseñanza de la ciencia en la educación básica  
[1(3), 198]  
J. M. Gutiérrez-Vázquez

Sin Dios  
S. Weinberg [1, 144]

## Evaluación académica

Evaluación institucional  
M. de Ibarrola [24(1), 9]

El seminario de evaluación de la evaluación  
A. Escobosa *et al.* [24(1), 19]

Evaluación académica: empate de dos imposibilidades  
B. Mielnik [24(1), 23]

¿Medir para conocer o para regular?  
S. Didou Aupetit [24(1), 31]

Internacionalización de la evaluación de aprendizajes en educación básica  
E. Ferrerio [24(1), 37]

Efectos de las evaluaciones estandarizadas en los sistemas educativos  
A. Candela [24(1), 45]

Evaluación de profesores de educación básica  
R. Mercado [24(1), 57]

Criterios de evaluación educativa  
A. Sánchez Moguel [24(1), 71]

Universidades mexicanas en las clasificaciones internacionales  
F. Collazo Reyes, J. Collazo Rodríguez [1, 152]

## Farmacobiología

Fármacos que producen dependencia física  
S. L. Cruz, C. López [22, 211]

Emplear o no fármacos para el alivio del dolor  
F. J. López Muñoz, V. Granados [22, 219]

¿Tomar o no fármacos relacionados con la actividad sexual?  
A. Fernández Guasti, G. Rodríguez Manzo [22, 235]

Tres patologías en busca de un fármaco  
L. Rocha, A. Meneses, F. Peña [22, 235]

Hipertensión arterial  
F. Hong, G. Bravo, R. Villalobos Molina [22, 243]

La migraña y la búsqueda interminable de su tratado  
C. Villalón, D. Centurión [22, 251]

Estudios moleculares sobre alergias  
C. González [22, 257]

Formación de investigadores en farmacología  
F. J. López Muñoz [23(3), 19]

Generic medicines: the question of the similar  
C. Hayden [25(1), 50]

Características farmacogenómicas de la población mexicana  
C. Hoyo Vadillo [1, 85]

## Física

Detección de rayos X y neutrinos provenientes de fuentes astrofísicas, P. Nobel de física 2002  
O. G. Miranda Romagnoli [22, 31]

Caracterización de biomoléculas, P. Nobel de química 2002  
M. O. Carbajal Tinoco [22, 27]

Perfil de un experimentalista: J. Steinberger  
C. Chimal [22, 95]

La influencia de Einstein en la física moderna  
H. García Compean, T. Matos [23(4), 7]

Manipulando el mundo atómico  
O. Rosas Ortiz [23(4), 19]

Descubriendo la estructura del universo  
G. Herrera Corral [23(4), 29]

Física de partículas elementales  
A. Zepeda [23(4), 41]

Física estadística  
J. M. Méndez, P. González [23(4), 47]

Termoelectricidad  
G. Espejo López, Y. Gurevich [23(4), 55]

Turbulencia  
J. J. Castro [23(4), 65]

Materiales blandos  
J. M. Méndez [24(2), 7]

El botánico, el físico y el borracho  
R. Capovilla [24(2), 19]

Física médica en el Cinvestav  
J. J. Godina [24(2), 27]

Semiconductores: transistores y nanoestructuras  
J. Hernández Galván [24(2), 37]

¿Hacia dónde va la superconductividad?  
R. Baquero [24(2), 45]

Aplicación de la espectroscopia de lente térmica  
J. M. Gómez *et al.* [24(2), 55]

M. Ewing: un gigante de la física ambiental  
L. R. Capurro [24(3), 15]

El mundo estocástico de Einstein  
A. H. Romero, J. L. Macedo [24(4), 28]

Superconductividad  
J. Mustre de León [25(2), 4]

El fondo de microondas: Premio Nobel 2006  
T. Matos, A. Pérez Lorenzana [26(4), 32]

ALICE: recreando el origen del universo  
G. Herrera Corral [26(4), 48]

Fotones enredados y desigualdades de Bell  
L. E. Vicent *et al.* [27, 5]

Estados coherentes y gato de Schrödinger

S. Cruz Cruz, O. Rosas Ortiz [27, 30]

División de Información Cuántica de la SMF  
O. Castaños Garza [27, 72]

Procesadores cuánticos atómicos  
E. Gómez García [27, 38]

Autoensamblados de puntos cuánticos semiconductores  
M. López López [27, 44]

A. Baños: precursor de la física en México  
F. Collazo Reyes, G. Herrera Corral [1, 5]

El Gran Colisionador de Hadrones  
G. Herrera Corral [1, 100]  
¿Es peligroso el acelerador LHC del CERN?  
L. M. Montaña Zetina [1, 106]

El experimento CMS  
A. Sánchez Hernández [1, 116]

El legado de HERA  
J. G. Contreras [1, 124]

Pioneros en la construcción de la teoría moderna de las partículas elementales, P. Nobel 2008  
A. García [1, 130]

## Física médica

Aceleradores de partículas y medicina  
G. Herrera Corral [26(1), 6]

Procesamiento de señales magnéticas del corazón  
D. Gutiérrez Ruiz [26(4), 10]

Imagenología y detectores en medicina  
L. M. Montaña Zetina [26(1), 16]

Variación del ritmo cardíaco  
J. G. Contreras [26(1), 24]

Radiología: un siglo de desarrollo  
R. E. Sanmiguel [26(1), 28]

Física de radiaciones y dosimetría  
H. Mercado Uribe [26(1), 38]

Espectro electromagnético visible: diagnóstico médico  
F. Duarte Gómez, M. D. Rodríguez Guzmán [26(1), 44]

Ingeniería y física biomédica en Monterrey  
R. E. Sanmiguel [26(3), 28]

Robótica médica  
A. Minor Martínez [26(4), 19]

## Genética

Características farmacogenómicas de la población mexicana

C. Hoyo Vadillo [1, 84]

La linterna verde de las ciencias biológicas, P. Nobel 2008  
A. Guerrero Hernández, G. Cota Peñuelas [1, 138]

## Historia

A. Baños: pionero de la física y la investigación en México  
F. Collazo Reyes, G. Herrera Corral [1, 85]

Nosotros: la juventud del Ateneo de México  
M. A. Pérez Angón [1, 77]

Historia y conflicto institucional  
A. Gómez Nashiki [25(2), 46]

Extrema correspondencia entre dos mentes brillantes  
O. Rojo Asenjo [26(3), 30]

## Ingeniería y tecnología

La cerámica y la electroquímica se combinan para producir energía y agua  
A. Fernández Fuentes [22, 161]

La nueva electrónica  
F. Sandoval Ibarra [24(4), 22]

Influencia de las telecomunicaciones  
J. Suárez [24(4), 38]

ALLIANCE: sistema telefónico VOIP  
J. L. Leyva Montiel [25(3), 52]

Generación limpia de energía eléctrica  
J. M. Ramírez, E. Torres [25(4), 4]

Generación electroquímica de energía eléctrica  
J. Rodríguez Varela [25(4), 15]

Gasificación de carbón natural: energía limpia  
M. E. Sánchez Castro [26(3), 10]

Robótica médica  
A. Minor Martínez [26(4), 19]

Ingeniería y física biomédica en Monterrey  
R. E. Sanmiguel [26(3), 18]

Producción y uso de biocombustibles  
A. Sánchez [1, 29]

## Libros y revistas

Las bases educativas del Siglo XXI  
L. Echavarría Canto [22, 61]

Textos nocturnos  
S. Quintanilla [22, 103]

Tejiendo el hilo para la convergencia

A. L. Barriandos [22, 106]

Tragicomedia mexicana  
M. E. Ávila Urbina [22, 109]

Methods of behavior analysis in neuroscience  
A. Meneses [22, 201]

Tabacco and shamanism in South America  
S. A. Cruz [22, 203]

Science and the oral tradition  
P. Ramírez [22, 204]

Natural colorants for food and nutraceutical uses  
C. Reyes Moreno [22, 287]

Tiempo de revuelo  
S. Quintanilla [23(1), 71]

Asesinato en el campus  
A. Salgado [23(1), 75]

¿Se vale hacer dinero en la academia?  
M. de Ibarrola [23(2), 75]

Una historia de la ciencia  
O. Rosas Ortiz [23(3), 59]

La ciencia como proyecto de vida  
A. Gómez Nashushi [24(1), 85]

M. Cerejido y sus patrañas  
M. A. Pérez Angón [24(2), 73]

¿Qué le falta al Universo?  
O. Rosas Ortiz [24(2), 75]

The world is flat  
L. Moreno [24(4), 74]

Cryptographic algorithms  
M. A. Díaz Chávez [26(2), 76]

Ideas fundamentales de la superconductividad [26(4), 76]  
Nosotros: la juventud del Ateneo de México [1, 77]  
M. A. Pérez Angón

## Matemáticas

Las matemáticas: un patrimonio de la humanidad  
O. Hernández Lerma [22, 179]

Las matemáticas: perejil de todas las salsas  
M. Rzedowski Calderón [25(2), 76]

Las matemáticas en enciclopedia  
F. N. Sagols Troncoso [25(2), 11]

Los enigmáticos números primos  
M. Rzedowski [25(4), 30]

## Matemática educativa

Más allá del uso de exámenes estandarizados  
M. Santos Trigo, C. Vargas Jarillo [22]

Las matemáticas en enciclopedia  
F. D. Sagols Troncoso [25(2), 11]

N. Cusa: con la matemática por delante  
C. Imaz Jahnke [26(4), 22]

## Materiales

Polímeros renovables y materiales biodegradables  
F. Martínez Bustos *et al.* [26(4), 9]

Desarrollo de soluciones a bajo costo  
E. Montoya Suárez [26(4), 12]

## Matices

Un regalo para Susana  
G. Novoa [23(1), 61]

Hadamard no estaba equivocado  
F. Martí López [23(3), 47]

El placer de un "¿Por qué...?"  
J. G. Contreras [24(2), 65]

Y sin embargo se mueve  
J. C. Ruiz Suárez [26(3), 68]

¿Es terrestre la vida extraterrestre?  
M. Rodríguez Achach, R. Huerta [26(3), 76]

El cuento chino de los peipers  
N. V. Durán [1, 73]

Encendiendo la luz  
J. G. Contreras [1(3), 221]

Un significado no trivial del conocimiento científico  
G. Hernández [1(3), 225]

## Neurociencias

Neurociencias en el Instituto Cajal  
C. Chimal [22, 53]

Entre Piaget y la pared del tubo neural  
J. Hernández [23(1), 5]

S. Ramón y Cajal, mi iniciación a los estudios anatómicos  
R. Guzik [23(1), 51]

Neurobiología del conejo y la cunicultura  
G. González-Mariscal [25(3), 4]

La conducta maternal como modelo del desarrollo del sistema nervioso  
A. I. Melo, A. S. Fleming [25(3), 10]

Un modelo neuronal para la distrofia miotónica

M. Bermúdez, B. Cisneros [25(4), 38]

# Política científica

Un nuevo ciclo: un espacio de oportunidades

R. Contreras Theurel [22, 77]

Por los caminos de la investigación científica y la educación

P. Rudomín [22, 149]

El sureste de México: instituciones y Conacyt

S. Manzanilla, D. Aldana [23(1), 5]

Investigación científica y tecnología

A. Rosenbluth [23(21), 61]

Nature medicine

C. Imaz Jahnke [24(4), 8]

De qué depende el desarrollo de la ciencia

R. Pérez Tamayo [25(1), 6]

Gobernabilidad del riesgo tecnológico

H. Vessuri [25(1), 10]

¿Qué hacer con la ciencia en México?

L. Olive [25(1), 20]

¿Qué hacer para transformar a nuestros investigadores en científicos?

M. Cerejido [25(1), 34]

La colaboración academia-industria

W. Kuri Harcuch [25(1), 44]

El futuro de la generación del conocimiento H. de la Cueva [26(4), 42]

# Química

Caracterización de biomoléculas, P. Nobel 2002

M. D. Carbajal Tinoco [22, 27]

El arte de estudiar sistemas: H. Noth

C. Chimal [22, 171]

La tabla periódica nos cuenta su historia

J. A. Peña Haro [25(2), 58]

Uso de resonancia magnética nuclear en química

L. Barajas Bermúdez [25(3), 74]

La química del color

J. A. Peña Haro [26(3), 46]

La linterna verde las ciencias biológicas: P. Nobel 2008

A. Guerrero Hernández, G. Cota

Peñuelas [1, 138]

# Patología

El esqueleto de actina de *E. histolytica*

P. Talamas [26(3), 4]

Amibas de vida libre: patógenos en el

humano

M. Shibayama Salas, I. Cervantes

Sandoval [26(3), 40]

# Perfiles

Hugo Aréchiga (1940-2003)

J. Aceves, J. Muñoz, E. Frixione,

M. Cerejido, C. Bayer [22, 137]

Vladimir V. Kharitrov

S. Mondie Cruzange [26(2), 72]

Nicolás Cusa: con la matemática por delante

C. Imaz Jahnke [26(4), 22]

E. Méndez Docurro, O. Paredes López

[1, 45]

Juan Manuel Gutiérrez Vázquez (1928-2008)

A. Candela, P. Latapí Sarre, V.M. Toledo [1(3), 167, 171, 175]

# Perspectivas

La excelencia en la ciencia

L. Capurro [22, 35]

El azar no está en las bolas: respuesta a

J. Muñoz

M. Cerejido [22, 35]

Por los caminos de la investigación científica y la educación

P. Rudomín [22, 149]

# Toxicología

Presencia de arsénico en la cuenca lagunera

M. Álvarez Silva, A. Uribe Salas [25(4), 24]

El sistema inmune como blanco de contaminantes ambientales

L. Vega Loyo [26(4), 52]

Aceves Ruiz, J.

Investigador de excelencia SNI [22, 198]

Álvarez Mendiola, G.

Premio ANUIES 2003 [22, 279]

Arias González, J. E.

Miembro AMC [26(3), 78]

Ariza Castolo, A.

Miembro AMC [22, 199]

Bartolo Pérez, J. P.

Miembro AMC [22, 199]

Bayro Corrochano, E. J.

Premio Jalisco 2003 [22, 280]

Benítez Hess, M. L.

Premio Weizmann 2004 [24(2), 69]

Beyer, J. C.

Investigador de excelencia SNI [22, 198]

Beyer Flores, C.

Premio Nacional de Ciencias 2007 [26(4), 78]

Buenfil Burgos, R. N.

Miembro AMC [22, 199]

Camposino Romeo, E.

Secretario Administrativo [22, 87]

Director U. Monterrey

Cantoral Uriza, R.

Profesor honorario UPCA [24(2), 70]

Cañizares Villanueva, R. O.

Miembro AMC [22, 199]

Castro Borges, P.

Premio HHU 2006 [24(4), 77]

Castro Hernández, J. J.

Miembro AMC [24(2), 70]

Cerejido, M.

Investigador de excelencia SNI [22, 198]

Cisneros, B.

Premio J. Rosenkranz 2005 [24(4), 77]

Coello Coello, C. A.

Premio AMC 2007 [26(4), 78]

Contreras Nuño, J. G.

Premio AMC 2005 [24(4), 77]

Contreras Theurel, R.

Directora del Cinvestav [22, 85]

Costas de Arroyo, M.

Premio EM/EUA 2005 [25(1), 76]

Cruz Orea, A.

Miembro AMC [24(2), 70]

De la Torre M.

Premio TWAS 2003 [22, 279]

De Neymet, S.

Semblanza [22, 91]

Díaz Valencia, J. D.

Premio LIFP 2006 [26(2), 78]

Didou Aupetit, S.

Cátedra Unesco [22, 279]

Escalante García, J. I.

Miembro AMC

[24(2), 70]

Estrada García, T.

Premio Carpermor 2004 [23(2), 71]

Farfán García, J. N.

Miembro AMC [22, 199]

Fernández del Valle, P.

Premio JRM 2003 [24(3), 77]

Ferreiro, E.

Doctorado Honoris Causa UA/Grecia [22, 280]

Medalla rectoral UC [22, 279]

Doctorado Honoris Causa UBA

[26(2), 79]

Figueroa Cárdenas, J. D.

Miembro AMC [24(2), 70]

García Compean, H. H.

Premio AMC 2004 [24(3), 77]

García Sierra, E.

Premio J. Rosenkranz 2005 [24(4), 77]

Gariglio Vidal, P.

Premio Canifarma 2003

[23(1), 67]

Premio Carpermor 2004

[23(2), 71]

Godina Nava, J. J.

Miembro AMC [22, 199]

Gomero Melo, P.

Premio Y. S. 2004 [24(2), 69]

Gómez Nashinski, A.

Premio Weizmann 2004 [24(2), 69]

González Espino, J.

Miembro AMC [24(2), 70]

Grijalba, R. F.

Premio M. Alemán 2003 [22, 199]

Miembro AMC [22, 199]

Guerrero González, A.

Miembro AMC [26(3), 78]

Gutiérrez Aguilar, R.

Miembro AMC [22, 199]

- Hernández Contreras, M.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- Hernández Lerma, O.  
Doctorado Honoris Causa EUA  
[22, 280]
- Hernández Rodríguez, P. R.  
Miembro AMC [22, 199]
- Herrera Estrella, L. R.  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]  
Miembro NAS/EUA [22, 198]  
Miembro AMC [22, 199]
- Herrera Isidron, L.  
Premio Agrobio 2005 [24(4), 77]
- Jardón Aguilar, H.  
Miembro AMC [22, 199]
- Jiménez Estrada, I.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- Juaristi Cosío, E.  
Miembro Colegio Nacional  
[24(4), 77]
- Kalman Landman, J.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- Larios Forte, F.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- Leyva Montiel, J. L.  
Premio Jalisco 2006  
[25(39), 78]
- Liu, W. Y.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- López Bayhgen, E.  
Premio FGSK 2006  
[25(4), 78]
- López López, M.  
Premio AMC 2003 [22, 279]
- López Ortega, A.  
P. Rosenbluth 2005 [25(1), 76]
- Mancilla Percino, T.  
Miembro AMC [22, 199]
- Martínez Bustos, F.  
Miembro AMC [22, 199]
- Martínez Palomo, A.  
Director del Cinvestav [22, 85]  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]
- Maya Mendoza A.  
P. Rosenbluth 2005 [25(1), 76]
- Mendoza Mendoza, A.  
Premio Agrobio 2004 [23(4), 74]  
Meraz Ríos, M. A.  
Miembro AMC [22, 199]
- Montesinos Velázquez, M.  
Miembro AMC [26(3), 78]
- Morales Rayas, R.  
Premio Agrobio 2003 [22, 280]
- Moreno Armella, L. E.  
Asesor de la Dirección [22, 87]
- Muñoz Guerrero, R.  
Miembro AMC [22, 199]
- Muñoz Martínez, E. J.  
Premio ANUIES 2003 [22, 279]
- Mústre de León, J.  
Secretario Académico [22, 87]  
Premio SMF 2003 [22, 280]
- Nathan, P. J.  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]
- Navarro García, E. F.  
Miembro AMC [22, 199]
- Noth, H.  
Reconocimiento [25(1), 75]
- Ortega Ortega, M.  
Asesor de la Dirección [22(87), 197]
- Ortiz Navarrete, V.  
Premio J. Rosenkranz 2007  
[26(4), 78]
- Páez Murillo, R. E.  
P. Rosenbluth 2005 [25(1), 76]
- Paredes López, O.  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]  
Doctorado Honoris Causa  
[24(3), 77]
- Parra Vega, V.  
Miembro AMC [22, 199]
- Pérez Lorenzana, A.  
Miembro AMC [26(3), 78]
- Quintanilla Vega, M. B.  
Miembro AMC [22, 199]
- Ramírez Arredondo, J. M.  
Premio Jalisco 2006 [25(3), 78]
- Ramón, M. A.  
Premio SMBB 2003 [22, 280]
- Rangel Salas, I. I.  
P. Young scientist [22, 92]
- Rendón Maldonado, J. G.  
P. Jorge Rosenkranz 2003  
[22, 280]
- Reyes Lozano, L. H.  
P. Rosenbluth 2005  
[25(1), 76]
- Rockwell Richmond, E.  
Miembro AMC [22, 199]
- Rojano Ceballos, M. T.  
Miembro AMC [22, 199]
- Romero Castro, A. H.  
Miembro AMC [26(3), 78]
- Rudomín, P.  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]  
Doctorado Honoris Causa BUAP  
[22, 280]
- Ruiz Herrera, J.  
Investigador de excelencia SNI  
[22, 198]
- Sánchez Castro, M. E.  
Premio YS [25(1), 75]
- Sánchez Sinencio, F.  
Director CLAF [23(2), 71]
- Santillán Baca, R. L.  
Miembro AMC [22, 199]
- Santos Argumedo, L.  
Premio J. Rosenkranz 2007  
[26(4), 78]
- Segovia Vila, J.  
Premio Gen 2003 [22, 280]
- Solorza Fera, O.  
Miembro AMC [22, 199]
- Talamás Rohana, P.  
Miembro AMC [24(2), 70]
- Torres Muñoz, J.  
Secretario de Planeación [22, 87]
- Torres, L. A.  
Asesor de la Dirección [22, 87]
- Ureña López, L. A.  
Premio Weizmann 2002 [22, 199]
- Valencia Oleta, C. E.  
Premio Weizmann 2004 [24(2), 69]
- Xoconostle Casares, G. B.  
Premio AMC 2003 [22, 279]
- Waldegg Casanova, G. C.  
Miembro AMC [22, 199]
- Zuñiga Haro, P.  
Premio Jalisco 2006 [25(3), 78]



## Contribuciones

Las contribuciones para *Avance y Perspectiva* deberán enviarse a las oficinas del Cinvestav o a la dirección electrónica: [revista@cinvestav.mx](mailto:revista@cinvestav.mx) de la siguiente manera:

### Textos:

- Los artículos deben de entregarse en Word.
- Si el texto incluye tablas y figuras, éstas se entregarán en archivo por separado; se debe indicar en el original la ubicación de las mismas.
- Las notas deberán incluirse al final del trabajo, incorporadas a la bibliografía o, en su caso, a las referencias debidamente numeradas.

- Las referencias deben apegarse a los modelos siguientes:

- Libro:

N. Wiener, *Cibernética: o el control y la comunicación en animales y máquinas* (Barcelona, Tusquets, 1985).

- Artículo de revista:

J. Ádem, *Avance y Perspectiva*, 10, 168 (1991).

- Todos los textos deben incluir el nombre del autor, grado académico, adscripción y cargo que desempeña, teléfono y correo electrónico.

### Imágenes y gráficas:

- TIFF, 17 x 10 cm (mínimo), 300 dpi, en CD-ROM. No se aceptarán imágenes de Internet.



**Cinvestav**

[revista@cinvestav.mx](mailto:revista@cinvestav.mx) | [www.cinvestav.mx/publicaciones](http://www.cinvestav.mx/publicaciones)

Av. IPN 2508, Zacatenco, C. P. 07360 | Teléfono y fax: 5747 7076

# DOCTORADO

## CONVOCATORIA 2009



Cinvestav-Sede Sur

El Departamento  
de Investigaciones  
Educativas del  
Cinvestav

Abre su convocatoria para el

## DOCTORADO EN CIENCIAS

en la especialidad de  
investigaciones educativas

Programa aceptado en  
el Padrón Nacional de  
Posgrado en la categoría  
Competente a Nivel  
Internacional

### OBJETIVO

Formar investigadores en el área de la educación que tengan dominio del estado actual de su campo de especialidad y de su desarrollo histórico, capaces de participar en discusiones teóricas internacionales con respecto a los problemas educativos del país, que puedan realizar investigaciones con rigor científico que constituyan un aporte original, válido y relevante al conocimiento de los problemas educativos y que logren reconocimiento científico.

**Información sobre el proceso de admisión y recepción de documentos:**

Rosa María Martínez  
al teléfono: 54-83-28-00  
Ext. 1020

e-mail para trámites de inscripción:  
rmmartin@cinvestav.mx

**Coordinadora Académica**  
**Dra. Ruth Paradise**

### CALENDARIO

**16 DE MARZO  
AL 24 DE ABRIL**

Llenado de solicitudes en línea, [www.cinvestav.mx/die](http://www.cinvestav.mx/die)

**27 DE ABRIL**

Fecha límite de recepción de solicitudes y documentos impresos en el DIE.

**26 DE MAYO**

Publicación de los resultados de la primera fase en el sitio Web del DIE.

**1 AL 5 DE JUNIO**

Entrevistas a candidatos aceptados a la segunda fase.

**3 JULIO**

Publicación de los resultados finales en el sitio Web del DIE.

**14 DE JULIO**

Reunión informativa para alumnos aceptados.

**SEPTIEMBRE**

Inicio de curso propedéutico.

**INICIAN DOCTORADO**

- Ingreso directo, julio del 2009

- Candidatos que aprueben el propedéutico, enero del 2010

**DURACIÓN: TRES AÑOS**



Para obtener información del programa y de las líneas de investigación, consulte

**[www.cinvestav.mx/die](http://www.cinvestav.mx/die)**



**Cinvestav**